



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# SÄHKÖOSASTON OPPIMISYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU

Savon ammattiopisto - Savilahti

TEKIJÄ/T: Tatu Heikkinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Tatu Heikkinen	
Työn nimi Sähköosaston oppimisympäristön suunnittelu	
Päiväys 15.01.2020	Sivumäärä/Liitteet 57/1
Ohjaaja(t) Lehtori Timo Savallampi, yliopettaja Juhani Rouvali	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon koulutuskunta yhtymä, Koulutuspäällikkö Marko Haataja	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli pohjustaa ja suunnitella Savon ammattiopiston Savilahteen tulevia sähköosaston uusia tiloja. Uusien tilojen opetuksen pohjana oli opetushallituksen reformi. Reformia käytettiin suuntaa antavana ohjeistuksena suunnittelussa. Työ rajattiin koskemaan sähköosaston käytännönharjoittelutilojen suunnittelua.</p> <p>Sähköosaston tilojen suunnittelua pohdittiin sähkötekniikan perustutkinnon ammattitaitovaatimusten, turvallisuuden, työelämälähtöisyyden sekä Lean-filosofian avulla. Näistä rakennettiin pohja, jonka avulla työssä tehtiin tilaratkaisut sähköosastolle. Työssä myös rakennettiin sähkönjakelut ryhmäkeskuksilta työpisteisiin sekä työpisteiden ohjaukset.</p> <p>Työssä saatiin rakennettua muutamalle erilliselle kurssikokonaisuudelle toimivat tilat. Tilojen tarkoituksena oli käytännönopetus/laboratorio työskentely. Tilaratkaisuja hyödynnettiin uusien tilojen lopullisessa suunnittelussa.</p>	
Avainsanat Sähköosasto, oppimisympäristö, sähkötekniikka, tilaratkaisu	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Tatu Heikkinen			
Title of Thesis Design of the Learning Environment of Electrical Department			
Date	22 January 2020	Pages/Appendices	45/2
Supervisor(s)			
Client Organisation /Partners Savon koulutuskunta yhtymä, Marko Haataja			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to prepare and desing of the new premises of the electric department in Savilahti for Savo vocational college. Teaching in the new premises is based on the reform of the Finnish National agency for education. The reform was used as a guideline for this thesis and design. This thesis was defined to contain only the design of practical training rooms.</p> <p>The design of the premises was based on vocational qualifications in electrical engineering, safety regulations, work-oriented and lean-philosophy. These were used to build a base, which was used to make the decisions concerning the new premises. The thesis also included planning of a distribution network and workstation controls.</p> <p>As a result of this thesis the plans for the construction of functioning facilities were made for a few separate courses. The purpose of the facilities s to provide premises for practical teaching/laboratory work. These solutions were utilized on the final design of the premises.</p>			
Keywords Electric department, study environment, electrical engineering, design			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Reformi .....	6
1.2	Tavoite .....	8
2	OPETUS .....	9
2.1	Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto .....	9
3	RAKENNUS JA TURVALLISUUS .....	10
3.1	Rakennushanke .....	10
3.2	Sähkösuunnittelu .....	11
3.3	Turvallisuus .....	12
3.3.1	Työturvallisuus .....	12
3.3.2	Sähkötyöturvallisuus .....	14
3.3.3	Sähköturvallisuus laboratorio tiloissa .....	17
4	TILASUUNNITTELU .....	22
4.1	Tilat .....	22
4.1.1	Automaatiotekniikan perusteet (elektroniikka) .....	22
4.1.2	Sähköasennustekniikka .....	24
4.1.3	Sähkö- ja automaatiotekniikka .....	27
4.1.4	Kiinteistöjen automaatio ja tietojärjestelmät (turvajärjestelmät, LVI-järjestelmät) .....	29
5	LEAN-FILOSOFIA .....	31
5.1	Lean Savon ammattiopistolla .....	33
5.1.1	5S .....	33
6	TILARATKAISUT .....	38
6.1	Opiskelija määrät .....	38
6.2	Automaatiotekniikan perusteiden (elektroniikka) tilat .....	39
6.2.1	Opiskelijan työpiste .....	39
6.2.2	Työtila .....	39
6.3	Sähköasennustekniikan tilat .....	40
6.3.1	Opiskelijan työpiste .....	40
6.3.2	Työtila .....	41
6.4	Sähkö- ja automaatiotekniikan tilat .....	42
6.4.1	Opiskelijan työpiste .....	42

6.4.2	Työtila.....	42
6.5	Antennitekniikan tilat.....	43
6.6	Kiinteistön automaatio ja turvajärjestelmät (turvajärjestelmät, LVI-järjestelmät).....	43
7	YHTEENVETO.....	44
7.1	Tavoite.....	44
7.2	Tulokset .....	44
7.3	Työn arviointia.....	44
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	45
8	LIITE 1: AMMATTITAITOVAATIMUKSET .....	46
	Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen .....	46
	Sähkö- ja automaatioasennukset .....	49
	Sähkö- ja energiatekniikka.....	52
9	LIITE 2: RYHMÄKESKUKSEN KUVAT .....	58

## 1 JOHDANTO

Ammattioppilaitokset ovat olleet merkittäviä suomalaisten ammattitaidon ja yhteiskunnan kehittäjiä. Joka vuosi tuhansia ammattitaitonsa perusteet saaneita oppilaita valmistuu ammattiin. Voidaan siis sanoa ammattiopetuksen olevan tärkeä osa suomen yhteiskuntaa.

Tämän opinnäytetyön on tarkoitus tarkastella Savon ammattiopiston sähköalan perusopintojen tilojen käyttöä, sekä tarvittavuutta. Tilojen suunnittelussa sekä tarkastelussa otetaan huomioon Opetus- ja kulttuuriministeriön hanke *Ammatillisen koulutuksen reformi*, jota Savon ammattiopistokin on toteuttamassa. Reformin yhteydessä Savon ammattiopistolle on tulossa myös uudet tilat Kuopion Savilahteen, jonka suunnittelun tukena työtä on tarkoitus käyttää.

## 1.1 Reformi

Ammattikoulutuksen reformi on hallituksen vuonna 2015 esittämä uudistus kokonaisvaltaisesti oppimisympäristöihin sekä suomen koulutuspolitiikkaan. Kuvio 1 kuvaa hallituksen tekemää reformia ja sen kärkihankkeita.



KUVIO 1. Hallituksen julkaisusarja 13/2015, GRAHN-LAAKSONEN, 2015

Reformin kärkihankkeet:

### 1. Uudet oppimisympäristöt ja digitaaliset materiaalit peruskouluihin

Uudistetaan peruskoulua 2020-luvulle tavoitteena Suomi modernin, innostavan oppimisen kärki-maana. Uudistus kattaa kolme osaa: uusi pedagogiikka, uudet oppimisympäristöt ja opetuksen di-gitalisaatio. Tavoitteena on parantaa oppimistuloksia, vastata tulevaisuuden osaamistarpeisiin, uu-distaa pedagogiikkaa kokeillen ja tehdä oppimisesta innostavaa läpi elämän. (Grahn-Laaksonen 2015, 26).

Käytännössä tämä tarkoittaa oppimismateriaalien siirtämistä nettiin, opettajien opetuksen muutta-mista enemmän ohjaavaan suuntaan sekä vanhojen koulutustilojen modernisointia.

### 2. Toisen asteen ammatillisen koulutuksen reformi

Tavoitteena on uudistaa ammatillinen koulutus osaamisperustaiseksi ja asiakaslähtöiseksi koko-naisuudeksi ja tehostaa sitä. Lisäksi lisätään työpaikalla tapahtuvaa oppimista ja yksilöllisiä opinto-polkuja sekä puretaan sääntelyä ja päällekkäisyyksiä. (Grahn-Laaksonen 2015, 30).

Tällä pyritään parantamaan toisen asteen koulutuksen vastaavuutta työelämään, ja antamaan mah-dollisuuksia nopeampaan koulutuksen saamiseen. Tämä saattaa mahdollisesti myös tarkoittaa hei-kommille opiskelijoille hitaampaa koulutusta. Pyritään saamaan kaikille samanlainen koulutustaso ja ymmärtäminen alasta. Tässä tapauksessa opintopolulla tarkoitetaan, että opiskelijalla on mahdolini-suus edetä yksilöllisesti eikä heitä ole sidottu yksittäiseen luokkaan.

### 3. Nopeutetaan siirtymistä työelämään

Tavoitteena ovat pidemmät työurat ja joustavat opintopolut. Nuoret siirtyvät nopeammin jatko-opintoihin. Joustavat opintopolut helpottavat opintojen suorittamista loppuun sekä työnteon ja opis-kelun yhteensovittamista. Opetus- ja kulttuuriministeriö sopii korkeakoulujen kanssa työelämään siirtymistä nopeuttavista tavoitteista sopimuskautta 2017–2020 koskeissa neuvotteluissa vuonna 2016. Tavoitetta tuetaan suuntaamalla siihen korkeakoulujen strategiarahoitusta. (Grahn-Laaksonen 2015, 32).

Samaan esitykseen liittyy muitakin päätöksiä, jotka eivät vaikuta tässä työssä käsiteltäviin asioihin.

Paperilla kaikki uudistukset sekä muutokset voivat vaikuttaa hyvinkin yksinkertaisilta ja helposti to-teutettavilta. Tässä reformissa uudistukset ovat suuria ja vaativat monia vuosia jatkuvaa kehitys-työtä.

Reformin tarkoituksena on kokonaan uudistaa opetusmetodeja opettaja vetoisesta opiskelusta, enemmänkin ammattiin ohjaavaan opetukseen. Tämä tarkoittaa oppilaille enemmän yksilöityä ammattipolkua, sekä keskittymistä osaamispohjaiseen opetukseen, suoritus keskeisen opetuksen sijaan. Nuorten ja aikuisten koulutukset yhtenäistetään.

Reformi puhuu myös ammatillisen koulutuksen rahoituspolitiikan uudistamisesta, joka voidaan jakaa kolmeen osaan: Perusrahoitus, tuloksellisuusrahoitus sekä osaamispisteiden suorittamiseen perustuva rahoitus. Tarkoituksena on yhtenäistää koulutusalojen saamat rahoitukset ja painottaa opiskelijoiden valmistumista (alat saavat enemmän rahoitusta, jos opiskelijat valmistuvat omalle alalleen).

## 1.2 Tavoite

Oppimisympäristön suunnittelulla on tarkoitus luoda opetussuunnitelman/koulutusohjelman vaatimat tilat, joissa oppilaat sekä opettajat pystyvät toimimaan turvallisesti sekä tehokkaasti.

Tämän työn pohjana käytetään sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon opetussuunnitelmaa. Opetussuunnitelma löytyy osoitteesta <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/esitys/1724174/ops/rakenne>



## 2 OPETUS

Opetus on opettajan, oppilaan ja oppiaineen vuorovaikutusta. Opettajan tehtävä on opettaa, oppilaan tehtävä taas opiskella. Opetuksen päätulos (muttei ainoa tulos) on oppiminen, mutta kaikki opetuksessa syntyvä oppiminen ei ole tavoitteellista. Opetukseen kuuluu usein myös kasvatuksellisia tavoitteita ja se kuuluu kasvatustieteiden alueelle. (Hirsjärvi 1982, 4)

Opetuksen ideologia pysyy samana, vaikka uudistuksia menetelmiin ja toimintatapoihin tehdään jatkuvaan. Jokaisen opetusmenetelmän lähtökohtana on saada opiskelija kiinnostumaan opiskelusta, sekä luomaan opiskelijalle ympäristö, jossa oppiminen on mahdollista. Useasti pohjimmainen ajatus jää puuttumaan opetuksesta, jolloin opettajat keskittyvät kaatamaan tietoa oppilaille eivätkä kannusta oppilaita hankkimaan ymmärrystä itse. Kuitenkaan kaikkea ei voida laskea opettajien hartioille, sillä onhan opettaminen prosessi, johon tarvitaan kaikkien osapuolien osallistumista.

Ammatillisessa opetuksessa haasteita saadaan varsinkin opetusympäristön luomisessa. Opetusympäristön tulisi olla oppilasta inspiroiva selkeä kokonaisuus, jonka tulisi vastata mahdollisimman paljon kyseisen alan työelämän vaatimuksia.

### 2.1 Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto

Tutkinnon osia tarkastelemalla saadaan perusteet tarvittaville harjoitustiloille. Liitteistä löytyy opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukset sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon suorittamiselle. (LIITE 1)

Sähkö- ja automaatioalan uudet opetussuunnitelmat, ovat lausuntokierroksella. Opetushallitus hyväksyy uudet suunnitelmat vuoden 2020 alussa ja ne astuvat voimaan 1.8.2020.

### 3 RAKENNUS JA TURVALLISUUS

Rakentaminen lähtee yleensä suuremmasta rakennushankkeesta, johon kyseisen tilan suunnittelu kuuluu. Tässäkin tapauksessa Savon ammattiopistolle tehdään kokonaan uusi rakennus, johon kuuluu kaikki aikaisemmassa opistossa olevat toimialat. Tässä luvussa käydään läpi teoriaa tilasuunnittelulle/rakentamiselle sekä sähkö- ja työturvallisuus vaatimuksia.

#### 3.1 Rakennushanke

Sähkösuunnittelun tekeminen liittyy rakennushankkeeseen, joka voi olla uuden kiinteistön rakentamista tai olemassa olevan kiinteistön muutos- tai korjausrakentamista. Sähkösuunnittelu kuuluu rakennushankkeeseen, mutta on siitä vain pieni osa. Rakennushankkeen kokonaisuuden ymmärtämisen helpottamiseksi voidaan rakennushanke jakaa osiin. Sähkösuunnittelijan on tärkeä ymmärtää rakennushankkeen kokonaisuus, että suunnittelija tietää eri vaiheisiin kuuluvat tehtävänsä ja voi tarvittaessa ennakoida tulevia tehtäviä (Harsia, Autio, Leskinen, Piikkilä, Savuoja & Välimäki 2004, 30).

Tarveselvitysvaihe on ensimmäinen osa rakennushanketta. Siinä arvioidaan ja selvitetään, miksi rakennushanke tulee toteuttaa ja miten se saadaan toteutettua. Tarveselvityksen tuloksista kootaan hankepääötös. Tarveselvitysvaiheessa ei tavallisesti tarvita sähköisen talotekniikan suunnittelijaa. Jos hankkeeseen liittyy jonkinlaisia erityispiirteitä, voidaan sähköisen talotekniikan suunnittelijaa käyttää tarveselvitysvaiheessa tekemään laskelmia teknisistä tai taloudellisista erityisvaatimuksista. (Harsia ym. 2004, 30, 55.)

Hankepääötöksen jälkeen siirrytään rakennushankkeessa hankesuunnitteluvaiheeseen, jossa selvitetään ja arvioidaan mahdolliset toteuttamistavat ja mahdollisuudet. Hankesuunnitteluvaiheessa päätetään toteuttamistapa, lopputuloksen laajuus ja laatuavoitteet, joista saadaan arvioitua kustannustaso ja alustava aikataulu. Hankesuunnitteluvaiheen tulosten perusteella tehdään investointipääötös. Hankesuunnittelussa sähköisen talotekniikan suunnittelijan tehtävät liittyvät toteuttamiskelpoisten toimintojen ja ominaisuuksien selvittämiseen sekä kustannusarvion tekemiseen halutuilla toiminnoilla ja ominaisuuksilla. Hankesuunnitteluvaiheessa ei vielä tehdä lopullisia valintoja teknisistä ratkaisuista. (Harsia ym. 2004, 30, 57.)

Luonnossuunnitteluvaiheessa kohteen tiedot tarkennetaan ja kohteeseen valitaan suunnitteluratkaisu, toteutustapa ja käytettävät tekniset järjestelmät. Luonnossuunnitteluvaiheen lopuksi päätetään luonnonsuunnitelmien hyväksyminen ja laaditaan asiakirjat, jotka vaaditaan rakennuslupaa varten. Sähköisen talotekniikan suunnittelija tekee luonnossuunnitteluvaiheessa tarkan kustannuslaskelman kohteesta ja pyrkii tuottamaan kohteesta suunnitteluasiakirjat, joista tilaaja pystyy ymmärtämään, minkälainen sähköjärjestelmä kohteeseen on suunniteltu. Tilaaja ei tavallisesti ole sähköalan ammattilainen, joten sähkösuunnittelijan on selvitettävä kohteeseen tuleva sähköjärjestelmä maallikkokielellä. (Harsia ym. 2004, 30, 62.)

Hyväksytty luonnossuunnitelma johtaa toteutussuunnitteluun, jossa suunnitellaan toteuttamiskelpoiset suunnitelmat, valmistellaan tarvittavat hankinnat ja tehdään rakennuspäätös. Sähköisen talotekniikan suunnittelija suunnittelee, mitoittaa ja tarkentaa sähköjärjestelmän kaikki kohteet, niin että toteutussuunnitteluvaiheen tuloksena ovat dokumentit, joista sähköisen talotekniikan toteuttaminen on mahdollista. (Harsia ym. 2004, 30, 66.)

Rakentamispäätöksen jälkeen alkaa rakennusvaihe, jossa rakennetaan hankkeessa suunniteltu kiinteistö. Rakentamisvaiheessa valvotaan suunnitelmien mukaista toteutusta, niin että lopputulos täyttää asetetut laatu- ja käyttötavoitteet. Rakennusvaiheessa sähköisen talotekniikan suunnittelijalle voi tulla muutossuunnittelutehtäviä, jos jokin suunniteltu kohde ei ole toteutettavissa tai ei ole toimiva. (Harsia ym. 2004, 30, 74.)

Rakennusvaiheen suorituksen jälkeen alkaa käyttöönottovaihe, jossa rakennus otetaan käyttöön ja rakennukselle tehdään tarkastus. Rakennustarkastuksessa verrataan toteutusta suunnitelmien tavoitteisiin. Jos toteutettu rakennus ei täytä asetettuja tavoitteita, tarkistetaan, ovatko urakoitsijat toteuttaneet suunnitelman mukaiset ratkaisut ja suunnitelmat olleet puutteelliset vai ovatko urakoitsijat tehneet suunnitelmista poikkeavia töitä kohteessa. Vahingonkorvaus sekä korjaustyöt tehdään sen tahon kustannuksella, joka virheen on tehnyt. Sähköisen talotekniikan suunnittelija tekee rakennusvaiheen jälkeen kohteesta loppupiirustukset, joissa rakennusvaiheen aikaiset muutokset piirretään puhtaaksi ja lopulliset piirustukset tulostetaan ja niillä korvataan alkuperäiset suunnitelmat. (Harsia ym. 2004, 31, 76.)

### 3.2 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelu etenee hyvin samankaltaisissa raameissa rakennushankkeen kanssa. Tärkeimpinä asioina asiakkaan vaatimukset, standardit ja turvallisuus.

Sähköasennuksia säätelevät useat säädökset (lait, asetukset, ministeriön päätökset ja standardit). Yksinkertaistettuna voidaan sanoa, että kaikki sähköön ja sähköistykseen liittyvät työt on määritelty erilaisissa määräyksissä ja sähköalan töissä työskentelevien on täytettävä niitä koskevat ammattitaitovaatimukset.

Rakennusten sähköasennusten määräyshierarkiaa voisi kuvailla neliportaiseksi. Sähköasennuksia koskevat määräykset perustuvat sähköturvallisuuslakiin (410/96) ja sitä täydentävään sähköturvallisuusasetukseen (498/96). Yleisluonteista sähköturvallisuuslakia täydentävät Kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset. Valvova viranomainen on Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes), joka antaa säännösten ja määräysten soveltamiseen teknisiä ja hallinnollisia ohjeita. Yksityiskohtaiset tekniset vaatimukset, joilla saavutetaan määräysten edellyttämä turvallisuustaso, löytyvät sähköasennuksia koskevista standardeista.

(ROUSKU 2014, 6)

### 3.3 Turvallisuus

Turvallisuuden pitäisi olla jokaisen henkilön mielessä oltiin millä tahansa alalla tai tekemässä mitä tahansa. Käsitellään turvallisuutta yleisesti, ja kuinka turvallisuus tulee huomioida luokkaympäristössä, sähkötyön että muun työn yhteydessä.

#### 3.3.1 Työturvallisuus

Käytetään työturvallisuuskeskuksen antamia työturvallisuuden perusteita pohjana opiskeluympäristön turvallisuuden tarkastelussa. Työturvallisuuskeskuksella ei ole erikseen kouluympäristöön soveltuvia työturvallisuus säännöksiä, perusteet ovat kuitenkin hyvin samankaltaiset työympäristöön verrattuna.

Hyvässä työympäristössä työtilat, työ- ja tuotantomenetelmät on suunniteltu ja toteutettu niin, että työntekijät voivat työskennellä ja liikkua turvallisesti. Työssä käytettävien raaka-aineiden ja työprosesseissa syntyvien aineiden haitat ja vaarat tunnetaan ja työntekijät on opastettu hallitsemaan ne. Töissä käytettävät koneet ja työvälineet ovat käyttötarkoitukseensa sopivia. Töiden suunnittelussa ja mitoituksessa huomioidaan työntekijöiden fyysiset ja henkiset edellytykset. Myös työmatkat ja työliikenne ovat osa turvallista työympäristöä. (Työturvallisuuskeskus 2019. Turvallinen ja terveellinen työympäristö)

#### Työtilat ja kulkuväylät

Työympäristön rakenteellisia seikkoja ovat kulkuteiden turvallisuus, työpaikan valaistus, ääniympäristö sekä sisäilman laatu. Toiminnallisia tekijöitä ovat liikkumisen ja liikenteen järjestely sekä työ- ja toimitilojen järjestys ja siisteys.

Työpaikan rakenteellisia seikkoja ovat kulkuteiden turvallisuus, valaistus, ääniympäristö ja sisäilman laatu.

Työpaikalla on huolehdittava siitä, että fysikaaliset, kemialliset ja biologiset terveysvaarat on tunnistettu ja ne ovat hallinnassa. Työpaikan koneiden, laitteiden ja työvälineiden tulee olla kunnossa ja niitä saa käyttää vain niihin töihin ja niissä olosuhteissa, joihin ne on tarkoitettu. Myös tarvittavien henkilönsuojainten ja apuvälineiden tulee olla kunnossa ja käyttötilanteeseen tarkoitettuja. (Työturvallisuuskeskus 2019. Turvallinen ja terveellinen työympäristö)

Yleisesti ottaen työtilojen tulee olla suunniteltu siellä tapahtuvien työtehtävien ehdoilla. Ammatitopiston vanhoissa tiloissa on tällä saralla ollut huomattavasti parannettavaa ja siksi uudistuksia onkin alettu toteuttamaan.

Alla on esitetty kuva Savon ammattiopiston vanhoista tiloista (kuva 1). Kuvassa 1 asennustilojen keskelle on laitettu pöytiä. Pöydät tukkivat kulkuväylän ja aiheuttavat turhia riskejä, vaikean kulun takia. Tila myös näyttää epäsiistiltä, eikä ideaaliselta työskentelytilalta.



KUVA 1. Savon ammattiopiston kulkuväylä

### Järjestys ja siisteys

Työpaikalla on huolehdittava turvallisuuden ja terveellisyyden edellyttämästä siisteydestä. Työtapa-turmista huomattava osa on liukastumisia ja kompastumisia, joiden aiheuttajana on jokin työpaikan epäjärjestyksestä tai epäsiisteydestä johtuva tekijä. (Työturvallisuuskeskus 2019. Turvallinen ja terveellinen työympäristö)

Liittyen edellisiin esimerkkeihin työtiloista siisteys on tärkeimpiä keinoja tapaturmien ehkäisemiseksi. Savon ammattiopisto on siirtynyt monen yrityksen tavoin käyttämään LEAN-ajattelumallia. LEAN:iin kuuluu hyvin suuresti siisteys. Lisää tietoa löytyy tämän opinnäytetyön LEAN-osiosta.

### Kulunvalvonta

Kulunvalvonnalla pystytään vähentämään tiloissa tapahtuvaa turhaa liikkumista sekä valvomaan asi-aankuulumattomien henkilöiden asiatonta oleskelua tiloissa. Onhan kyseessä kuitenkin sähkötilat, joissa maallikot/opastetut henkilöt eivät saa toimia ilman ammattihenkilön valvontaa.

### 3.3.2 Sähkötyöturvallisuus

Sähköalan töiden tekeminen edellyttää alan ammattitaitovaatimusten lisäksi sitä, että työn tekijällä on ajan tasalla olevat tiedot sähkötyöturvallisuudesta. Tämä edellyttää säännöllistä kouluttautumista. Sähkötyöturvallisuuskoulutus tulee uusia enintään 5 vuoden välein.

Sähkötöiden tekemisen turvallisuusvaatimukset on esitetty KTM-asetuksessa 1194/1999. Käytännössä nämä vaatimukset voidaan toteuttaa helpoiten noudattamalla voimassa olevaa standardia SFS 6002 sähkötyöturvallisuus.

Sähkötyöturvallisuus muodostuu oikeista työskentelykäytännöistä, työvälineistä, suojavarusteista sekä ennen kaikkea oikeista asenteista. Sähkötyöturvallisuuden varmistaminen edellyttää selkeää vastuiden tunnistamista ja näistä vastuista huolehtimista. (Sähköala.fi 2019, Sähkötyöturvallisuus)

- Roolit

Sähkötyöt eivät ole jokamiehen oikeus. Perusvaatimus on, että itsenäisesti sähköalan töitä tekevän henkilön tulee olla riittävän ammattitaitoinen ja tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu. (ROUSKU 2014, 9)

#### Maallikko

Maallikko on henkilö, joka ei ole sähköalan ammattihenkilö eikä opastettuhenkilö. Tämä tarkoittaa, ettei henkilöllä ole minkäänlaista käsitystä sähköalanvaaroista, eikä näin ollen kykene välttämään näitä.

Henrik Rousku kirjoittaa hyvin maallikoista ja heille sallituista töistä rakennusalan sähköistysoppaassa:

Joskus kuulee esitettävän, että sähköalan kannalta maallikoksi katsottava henkilö voisi tehdä esim. rakennuksen johdotukset tai putkitukset omin päin ja sähköalan ammattilainen tulee tekemään vain kytkennät. Menettely ei täytä sähköturvallisuuslain vaatimuksia ja on siten laitton. Johtojen asentaminen samoin kuin esim. maakaapelin asennus on sähkötyötä, jossa on otettava huomioon esim. asennustavan vaikutus kaapelin jäähtymisolosuhteisiin ja kuormitettavuuteen. Virheellinen asennus voi johtaa tulipalon riskiin, materiaalivaurioihin ja niiden kautta myös henkilövahinkoihin.

Määrättyjä pieniä sähköalan töitä eli ns. maallikotöitä, joista voi aiheutua vain vähäistä vaaraa tai häiriötä, on sallittua tehdä riittävää huolellisuutta noudattaen ilman sähköalan koulutusta tai työkokemusta. Nämä kaikille sallitut sähkötyöt ovat

- 1) enintään 250 voltin nimellisjännitteisten asennusrasioiden peitekansien irrotusta ja kiinnitystä, yksivaiheisten pistotulppien, liitosjohtojen, jatkojohtojen ja sisustusvalaisimien asennus-, korjaus- ja huoltotöitä sekä näihin rinnastettavia töitä,
- 2) nimellisjännitteeltään enintään 50 voltin vaihtojännitteisiin tai 120 voltin tasajännitteisiin laitteisiin kohdistuvia sähkötöitä,
- 3) käyttötöitä sähkölaitteistossa, jonka jännitteiset osat on suojattu tahattomalta koskettamiselta sekä
- 4) omaan käyttöön rakennettujen sähkölaitteiden korjaamista, jos tämä liittyy sähköalan harrastustoimintaan.

Luettelosta käy ilmi, että varsin helposti sähkötöiden yhteydessä joudutaan tilanteeseen, jossa tarvitaan sähköalan ammattilaista.

(ROUSKU 2014, 9)

#### Opastettuhenkilö

Luokkatilassa opiskelija lasketaan opastetuksi henkilöksi. Tämä otetaan huomioon tilojen suunnittelussa, eikä opiskelijoita päästetä tiloihin ilman opettajan valvontaa. Alapuolella standardin mukainen selvitys opastetusta henkilöstä.

Kaikkien henkilöiden, jotka osallistuvat työhön sähkölaitteistossa tai sen läheisyydessä, on oltava opastettuja työtä koskeviin säädöksiin, vaatimuksiin ja yrityksen ohjeisiin. Nämä ohjeet on kerrattava työn kuluessa, jos työsuoritus on pitkäaikainen tai muuten vaativa. Henkilöiltä pitää vaatia näiden säädösten, vaatimusten ja ohjeiden noudattamista.

SFS 6002 -standardin mukaisella opastetulla henkilöllä voidaan tarkoittaa joko

- a) henkilöä, joka on hankkimassa sähköalan ammattihenkilön pätevyyttä ja jolla on sähköalan koulutusta ja/tai työkokemusta, mutta joka ei kaikilta osin täytä itsenäiseen työhön kykenevän ammattihenkilön vaatimuksia tai
- b) henkilöä, joka on maallikko, mutta jonka sähköalan ammattihenkilöt ovat opastaneet siten, että hän kykenee välttämään työtä tehdessään sähkön aiheuttamat vaarat eri olosuhteissa ja tekemään määrätyn toimenpiteen, esim. sulakkeen vaihdon, turvallisesti.

Sähköalalle kouluttautuvan opastetun henkilön koulutus ja kokemus sähköalalla pitää ottaa huomioon määritettäessä hänelle sallittuja töitä ja tarvittavaa valvontaa. Hän voi työnantajan harkinnan ja siihen asti saamansa koulutuksen ja kokemuksen mukaan tehdä kaikkia sellaisia töitä, jotka ovat sallittu opastetulle henkilölle. Sähköalan koulutuksen saanut henkilö on sähkötöitä tehdessään opastettu henkilö aina siihen asti, kunnes riittävän sähköalan työkokemuksen jälkeen hänestä tulee itse-

näiseen työhön kykenevä sähköalan ammattilainen. Opastettu maallikko sen sijaan voi tehdä vain niitä töitä ja niissä kohteissa, joihin hänet on erityisesti opastettu. Esimerkiksi opastus kahvasulakkeen vaihtoon tietyssä keskuksessa ei anna oikeutta tehdä samaa vaihtotyötä jossain toisessa laitteistossa. (ROUSKU 2014, 9)

#### Ammattihenkilö

Työaikaisesta turvallisuudesta vastaava henkilö. Opetus tilanteissa vastaava henkilö on opettaja.

Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002 määrittelee sähköalan ammattihenkilön henkilöksi, jolla on soveltuva koulutus ja kokemus, joiden perusteella hän kykenee arvioimaan riskit ja välttämään sähköön mahdollisesti aiheuttamat vaarat.

KTM-päätöksen 516/1996 11§:ssä annetaan tarkemmat pätevyysvaatimukset:

Riittävän ammattitaitoiseksi valvomaan ja itsenäisesti tekemään koulutustaan ja työkokemustaan vastaavan alan sähkö- ja käyttötyötä katsotaan se, joka on mainittuihin töihin opastettu ja joka on

- 1) suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyöissä;
- 2) suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyöissä;
- 3) suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyöissä;
- 4) suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötyöissä; taikka
- 5) hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen sähkötyöissä ja riittävät alan perustiedot.

Työkokemuksen tulee olla riittävän laaja-alaista ja sähkötyihin perehdyttävää. Soveltuvan tutkinnon tai sitä vastaavan koulutuksen tarkempi oppisisältö on määritelty päätöksen liitteessä.

(ROUSKU 2014, 10)

#### Sähkötöidenjohtaja

Sähkötöitä tekevässä yrityksessä on oltava nimetty sähkötöiden johtaja, joka vastaa siitä, että toiminta on sähköturvallisuudesta annettujen säännösten ja määräysten mukaista. Sähkötöiden johtajien pätevyysarviointi ja pätevyystodistuksia myöntää Henkilö- ja yritysarviointi Seti Oy. Tämä määräys koskee asiakastöitä eli töitä, jotka luovutetaan ulkopuolisen asiakkaan käyttöön. Oppilaitoksessa tapahtuvia harjoituksia ei luovuteta asiakkaiden käyttöön, vaan puretaan harjoitusten lopuksi. Tällöin harjoituksia ei lueta tämän määräyksen piiriin, joka tarkoittaa, ettei opetustilanteissa tarvita sähkötöidenjohtajaa. Jos oppilaitos kuitenkin tekee asiakastöitä, tulee sähkötöidenjohtaja nimetä.



Alla sähkötöiden johtajan tärkeimmät vastuut:

Sähkötöiden johtaja huolehtii siitä, että

- sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia sekä sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä,
- sähkölaitteet ja -laitteistot ovat sähköturvallisuuslaissa sekä sen nojalla annetuissa säännöksissä ja määräyksissä edellytetyssä kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista sekä
- sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastettuja tehtäviinsä.

Sähkötöiden johtajan ja käytön johtajan on tunnettava kulloinkin voimassa olevat sähköturvallisuutta koskevat vaatimukset ja muutoinkin jatkuvasti ylläpidettävä ammattitaitoaan. Yleensä sähkötöiden johtaja on sähköasennustöitä tekevän yrityksen omistaja tai toimitusjohtaja, mutta hän voi olla myös muu yrityksen palveluksessa oleva henkilö. Sama henkilö saa olla nimettynä enintään kolmen toiminnanharjoittajan sähkö- tai hissitöiden johtajaksi samanaikaisesti (TUKES-ohje S7-12).

#### Käytön johtaja

Käytön johtaja on henkilö, joka sähkölaitteiston haltijan on nimettävä käyttötöitä varten, jos sähkölaitteistoon kuuluu yli 1 000 voltin nimellijännitteisiä osia tai sähkölaitteiston liittymisteho on yli 1 600 kVA.

### 3.3.3 Sähköturvallisuus laboratorio tiloissa

Standardi SFS 6000-8-803

#### 803.4 Suojausmenetelmät

##### 803.410.3.5 Perussuojauksen menetelmät

Sähkölaittekorjaamoiden ja opetuskäytössä olevien sähkölaboratorioiden luonteen vuoksi niissä ei korjattavassa tai testattavassa laitteessa voida aina käyttää perussuojauksista eristyksen tai koteloinnin avulla. Korjattavien laitteiden kokeilut yms. pitää suorittaa mahdollisuuksien mukaan suojattuna kosketukselta (varustettuna perussuojauksella). Jos jotain toimenpidettä ei voida suorittaa täysin kosketukselta suojattuna, pitää käyttää mahdollisuuksien mukaan tilapäisiä suojauksia tai esteitä. Korjaustyössä käytettävissä työkaluissa ja mittalaitteissa pitää kuitenkin käyttää eristystä tai kotelointia laitteiden normaalien standardien mukaisesti.

Tilapäisiin kytkentöihin käytettävänä kytkentäjohtoina ja mittajohtoina suositellaan käytettäväksi rakenteita, jotka on suojattu vahingossa tapahtuvalta koskettamiselta. Oppilaitostiloissa tällaisia rakenteita on käytettävä ja paljaiden naparuuvien käyttö on kielletty. Laboratorioissa käytettäviä mittapäitä ja virtapihtejä koskevat standardit EN 61010-031 ja EN 61010-2-032.

Sähkölaitekorjaamot ja opetuskäytössä olevat sähkölaboratoriot on järjestettävä siten, että sinne pääsevät vain ammattitaitoiset tai opastetut henkilöt. Maallikot saavat päästä näihin tiloihin vain ammattitaitoisten tai opastettujen henkilöiden valvomana. Sähkölaitekorjaamoiden ja sähkölaboratorioiden ovat tai vastaavat kulkutiet on varustettava kilvillä, jotka kieltävät asiattomien pääsyn näihin tiloihin.

Jos testausten yhteydessä esiintyy yli 1000 V vaihtojännitettä tai yli 1500 V tasajännitettä, on koepaikka erotettava muusta tilasta joko pysyvästi tai tilapäisesti. Erottaminen tehdään standardin SFS-EN 50191 mukaisesti.

#### 803.411 Vikasuojaus

Sähkölaitekorjaamoissa ja opetuskäytössä olevissa laboratorioissa käytettäville laitteille on aina järjestettävä SFS 6000-4-41 mukainen vikasuojaus. Vikasuojauksella voidaan suojautua vaaratilanteilta, jotka aiheutuvat jänniteisten osien tai vikatapauksessa jännitteisiksi tulleiden jännitteelle alttiiden osien ja maan potentiaalissa olevien osien samanaikaisesta koskettamisesta. Vikasuojauksella ei voida suojautua jänniteisen osan ja nollajohtimen tai kahden eri vaiheissa olevan jännitteisen osan koskettamiselta. Vikasuojauksen täydentämiseksi sähkölaitekorjaamojen korjauspaikkojen ja sähkölaboratorioiden testauspaikkojen lattioiden ja työpöytien kosketeltavien pintojen resistanssin pitää olla vähintään  $50\text{k}\Omega$  enintään 500 V nimellisjännitellä ja  $100\text{k}\Omega$  kun nimellisjännite on yli 500 V ja enintään 1000 V vaihtojännitettä tai 1500 V tasajännitettä. Suuremmilla jännitteillä eristystason arvo määritellään erikseen. Työpöytien rungot voivat olla metallia, jos ne eivät ole johtavassa yhteydessä maahan. Raskaiden koneiden ja laitteiden kiinnitysalustojen eristämistä tai eristävää lattiaa ei vaadita korjaus-, koekäyttö-, ja testauspaikoilla, mikäli se on vaikeasti totutettavissa tai aiheuttaa kohutonta häiriötä. Eristävyys testataan tarvittaessa SFS 6000-6 liitteen 6A mukaisesti.

HUOM. 1 Riittävän eristävän lattian ja työpöytäpintojen käyttö ei ole varsinaisesti vikasuojauksen menetelmä, vaan se lisää turvallisuutta käytettäessä muita suojausmenetelmiä.

Vikasuojauksena sähkölaitekorjaamoissa ja sähkölaboratorioissa voidaan käyttää seuraavia menetelmiä:

- pienoisjännitettä SELV tai PELV (ks. SFS 6000-4-41 luku 414)
- suojaerotus (SFS-EN 61140 + A1:2007 kohta 5.3.2) tai

HUOM. 2 Suojaerotuksella tarkoitetaan suojausmenetelmää, jossa piirien välinen eristys vastaa koksoiseristystä tai vahvistettua eristystä. Suojaerotus toteutetaan yleensä käyttämällä standardin EN 61558-2-4 vaatimukset täyttävää suojaerotusmuuntajaa.

- syötön automaattinen poiskytkentä käyttäen lisäsuojauksena mitoitustoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa.

Vikavirtasuojauksen voi toteuttaa hälyttävänä eristystilan valvontana tilan erikoiskäyttöä varten, jos vikavirtasuojan toiminta voi estää varsinaisen korjauksen tai testauksen esim. käyttöönottotarkastuksen harjoittelun suorittamisen. Erikoiskäyttötila tulee tehdä avaimella toteutettavaksi ja tulee erikoiskäyttötilassa olla jatkuva valvonta.

Kaikki sähkölaitekorjaamoissa tai sähkölaboratorioissa sijaitsevat enintään 32 A pistorasiat pitää suojata enintään 30 mA mitoitustoimintavirtaisella vikavirtasuojalla, ellei niitä ole liitetty SELV- tai PELV-järjestelmään tai suojaerotukseen.

Olemassa olevissa asennuksissa on käytössä suojaerotusmuuntajalla syötettyjä ja eristystilan valvonnalla varustettuja IT-järjestelmiä. Tällaisen järjestelmän käyttöä saa jatkaa ja siihen saa tehdä muutoksia ja laajennuksia noudattamalla alkuperäisen asennusajankohdan vaatimuksia.

Jos häiriöiden tai staattiselta sähköön purkauksilta (ESD) suojaamisen takia halutaan poistaa sähköpiireille aiheutuvia haitoja, voidaan noudattaa EN 61340 standardisarjaa.

#### Suojaerotuksen käyttö

Suojaerotus on ensisijainen korjattavan olevan, puuttellisesti kosketussuojatun laitteen syöttämiseen käytettävä menetelmä. Suojaerotukseen saa liittää vain yhden korjattavan laitteen.

Suojaerotus on ainoa tapa, jolla voidaan liittää suojausluokan 0 laite.

Suojaerotukseen käytettävän muuntajan on oltava standardin EN 61558-2-4 mukainen tai vastaava. Muuntaja pitää varustaa oikosulkusuojauksella ja poiskytkevällä tai hälyttävällä ylikuormitussuojauksella.

Jos häiriöiden takia on tarpeen erottaa mittalaite syöttävästä verkosta, käytetään tälle mittalaitteelle erillistä suojaerotusmuuntajaa.

Korjattaessa sähkölaitteita niiden käyttöpaikalla voidaan suojaukseen käyttää siirrettävää suojaerotusmuuntajaa tai mitoitustoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa. Käyttöpaikalla olevien laitteiden vianetsinnässä ja testauksissa voidaan soveltaa sähkötyöturvallisuutta koskevia määräyksiä ja standardeja. Tehtäessä laitteiden korjaustöitä niiden käyttöpaikalla suositellaan eristävän alustan ja tilapäisten suojuksien käyttöä.

#### 803.514 Tunnistaminen

Sähkölaitekorjaamoiden ja sähkölaboratorioiden asennuksista on oltava ajan tasalla olevat merkinnät ja dokumentit. Työskentelypaikalla olevat pistorasiat on merkittävä siten, että merkinnöissä selviää riittävät tiedot (jännite, teho tai virta ja suojaustapa). Oppilaitosten sähkötekniilliseen opetukseen

käytettyjen laboratorioden työskentelypaikoilla pitää lisäksi olla kaavio työskentelypaikan sähkönsyötön järjestelyistä. Tämä on suositeltavaa myös sähkölaitekorjaamoissa ja muun tyyppisissä sähkölaboratorioissa.

Sähkölaitekorjaamoihin ja sähkölaboratorioihin on sijoitettava sopiviin paikkoihin sähkötapaturmien ensiavusta kertovat ensiapuohjeet sekä hätäpuhelin numero.

### 803.537 Erottaminen ja kytkentä

Sähkölaboratorioiden työskentelyalueelta on voitava kaksikaista jännitteet SFS 6000-5-53 kohdan 537.2.2 mukaisella erotuskytkimellä. Oppilaitosten sähkötekniilliseen opetukseen käytetyissä laboratorioissa erotuskytkimen pitää olla lukittavissa, jolloin oppilaat eivät pääse työskentelemään ilman valvontaa.

Sähkökorjaamoissa ja -laboratorioissa pitää olla hätäkytkentää varten kohdan 537.4.2 mukaiset laitteet, joilla nopeasti voidaan kytkeä pois jännitteet työskentelyalueelta. Hätäkytkentää käytettävä kytkin on oltava helposti luoksepäästävässä ja tunnistettavissa käyttäen punaista kytkintä keltaisella taustalla.

Tilapäiskytkentöjä syöttöön käytettävässä virtapiirissä pitää kytkentöjen läheisyydessä olla erotuskytkin, jossa on yksiselitteinen asennonosoitus, ja jolla kytkennät voidaan tehdä jännittettömiksi. Erotuskytkimen tilalla voidaan käyttää enintään 16 A mitoitusvirtaista pistokytkeä.

Jos testauspiirissä esiintyy 1000 V vaihtojännite tai yli 1500 V tasajännite tai muu vaarallinen jännite, joka voi jäädä vaarallisena varauksena laitteeseen sen jälkeen, kun syöttö on katkaistu, on testauspiirissä oltava näkyvällä paikalla vaarasta ilmoittava varoituskilpi. Käytettävissä on lisäksi oltava joko kiinteät tai siirrettävät työmaadoitusvälineet, joilla työmaadoitus voidaan suorittaa luotettavasti.

Jos käytetään automaattista varauksen purkauspiiriä, sen on purettava varaus myös verkkojännitteen katkettua tai järjestelmä on varustettava vihreällä merkkivalolla, joka palaa, kun maadoittaminen on tapahtunut.

### 803.6 Tarkastukset

Sähkölaitekorjaamoissa ja sähkölaboratorioiden korjaus- ja testauspaikoille on suoritettava normaalien sähköasennusten käyttöönottotarkastusten sekä huoltoon ja kunnosapitoon liittyvien tarkastusten lisäksi määrävälein tarkastuksia ja testauksia, joiden avulla varmistetaan suojausten toimivuus.

### 803.6.62 Kunnossapitotarkastukset

Sähkökorjaamoissa ja -laboratorioissa laitteiden kuntoa pitää tarkkailla tekemällä määrävälein tarkastuksia ja testauksia. tarkastusten ja testausten laajuus ja väli riippuu laitteiston tyypistä ja siitä miten paljon sitä käytetään. Seuraavassa on annettu suositeltavia toimenpiteitä:

- laitteiden ja kytkentäjohtimien silmämääräinen tarkastus aina ennen käytön aloittamista
- vikavirtasuojien testaus testipainikkeella enintään 6 kuukauden välein
- hätäkytkinlaitteiden toiminnan testaus 1 vuoden välein
- vikavirtasuojien testaaminen testilaitteella ja kattava silmämääräinen tarkastus enintään 2 vuoden välein
- eristysresistanssin mittausta ja suojajohtimien jatkuvuuden testaus enintään 5 vuoden välein.

Tarkastuksista on pidettävä kirjaa lukuun ottamatta ennen käytön aloittamista tehtäviä tarkastuksia.

## 4 TILASUUNNITTELU

Tässä osiossa käydään läpi mahdollisten tilojen suunnittelu. Tarkastellaan erilaisia mahdollisuuksia ja pyritään perustelemaan mahdollisuuksia mahdollisimman perusteellisesti pysyen turvallisuuden, standardien sekä opiskeluvaatimusten määrittämissä raameissa.

Nyky aikaisten opetusmetodien sekä reformin tarkoituksena olisi siirtää oppimista teoria painoitteesta opiskelusta käytännönläheisempään suuntaan, siksi yksittäisiä teoria luokkia ei tässä opinnäytetyössä käydä läpi ollenkaan. Teoria pyritään käymään läpi sidottuna käytäntöön.

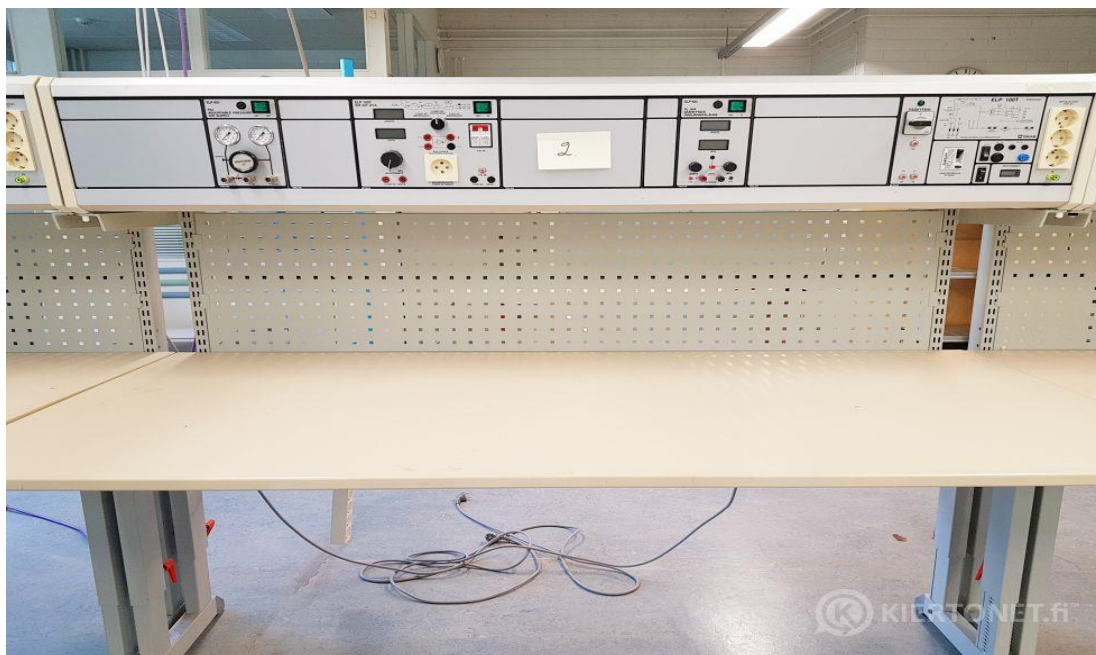
### 4.1 Tilat

Tarvittavat tilat saadaan mietittyä aikasemmin käydyn opetussuunnitelman perusteella. Tarkastellaan mitä opetusta pystytään yhdistämään samoihin luokkatiloihin tai olisiko mahdollisesti parempi luoda jokaiselle aineelle oma tila. Käydään läpi jokaisen opetusaineen tarpeet ja tehdään tilasuunnittelua.

#### 4.1.1 Automaatiotekniikan perusteet (elektroniikka)

Automaatiotekniikan suurimpana vaatimuksena on varmasti sähkötekniikan ja elektroniikan perusteiden hallitseminen. Tämä tarkoittaa periaatteessa virtapiirin ja sen komponenttien toiminnan ymmärtämistä. Virtapiirin esittämistä voidaan lähestyä monella tapaa, mutta käytännöllisin tapa on vastus kytkennöillä. Tällä tapaa pystytään esittämään suurempienkin kytkentöjen toimintaa, hyvinä esimerkkeinä toimivat kiuas tai lämpöpatterit.

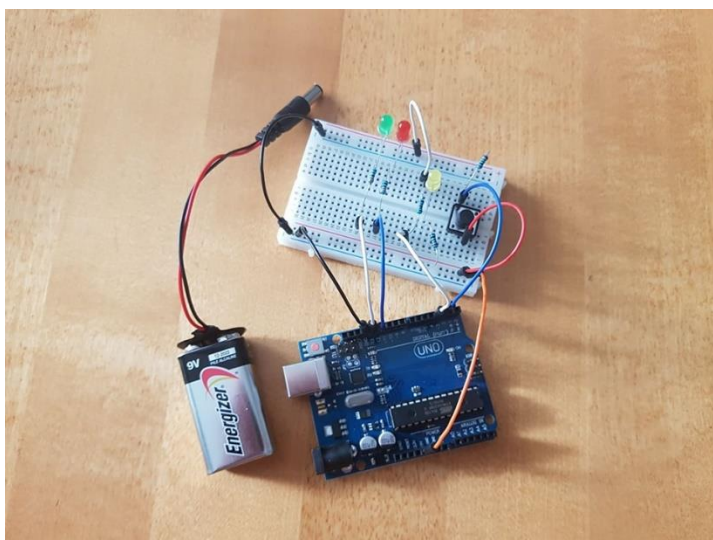
Aikaisemmin opetustilanteissa on kätetty massiivisia mittalaitepöytiä (kuva 2), mutta niiden hinta on hyvin korkea ja käytännön tarve ei valtava. Pöydät vievät myös hyvin paljon tilaa, eivätkä anna muutosjärjestelyille varaa. Nämä pöydät ovat kyllä tukeneet aikaisempien opetussuunnitelmien sisältöä elektroniikassa, sillä elektroniikan korjaustyöt ovat olleet suuressa osassa sähkö- ja automaatioasentajien osaamisaluetta. Elektroniikka on kuitenkin siirtymässä kompakteihin järjestelmiin. (kotelot, sulautetut järjestelmät, ohjelmointi, jne.) Esimerkkinä voidaan käyttää, vaikka Arduino ympäristöä (<https://www.arduino.cc/>)



KUVA 2. Mittalaitepöytä (VESA 3.9.2019)

Kompaktimmat järjestelmät tarkoittavat myös hyvin paljon pienempiä tila vaatimuksia. Voidaan kar-  
sia pois suuria muuntajia ja virtalähteitä, tällöin voidaan käyttää tasoja, joiden sähkönjakelu on hoi-  
dettu 230V pistorasioilla. Pistorasiat tulee tietenkin suojata vikavirtasuojakytkimillä. Jos on tarvetta  
muuntajille tai virtalähteille, voidaan käyttää erillisiä komponentteja.

Seuraavaksi päästään virtapiirien rakentamiseen ja ymmärtämiseen. Näissä käydään läpi peruskyt-  
kentöjä kuten tasasuuntaussilta, jänniteregulaattori, jne. Näihin tarvitaan komponentteja kuten dio-  
dit, vastukset, kondensaattorit sekä teho ohjauksiin transistorit, tyristorit, TRIAC:t. Kaikki nämä  
komponentit ja kytkennät ovat hyvin pieniä. Tarvittavat tavarat voidaan säilyttää pienessä tilassa  
pienen koonsa vuoksi, esimerkiksi liikuteltavassa rullakossa, varastossa tai vaikka luokahuoneessa.  
Kuvassa 3 on esitetty harjoitustyö, josta voidaan nähdä töiden pieni koko.



KUVA 3. Harjoitustyö

Kytkenöissä tapahtuvien ilmiöiden ymmärtämiseksi tarvitaan mittareita. Perussuureita (jännite, virta) pystytään mittaamaan yleismittarilla. Toinen vaadittava mittari on oskilloskooppi, jolla voidaan tarkastella esim. aaltomuotoja. Jokaiselle olisi hyvä olla oma mittari, mutta yksi (1) per parikin riittää. Mittareita tarvitaan koko ajan siksi ne olisi hyvä säilyttää luokassa.

#### 4.1.2 Sähköasennustekniikka

Sähköasennustekniikalla tarkoitetaan ryhmäjohtotason sähköasennuksia, kuten perusvalaistus asennukset ja pistorasia asennukset. Opiskelijan tulee osata valita näihin asennuksiin oikeat tarvikkeet sekä hallita tehtävään tarvittavien työkalujen käyttötarkoitukset. Sähköasennustekniikassa on siis kyse käytännön harjoittelusta.

Lähdetään liikkeelle asennuksille vaadittavista työpisteistä. Yleisesti ottaen suurimmassa osaa oppilaitoksista käytetään asennusseiniä. Mikä on hyvin järkevä vaihtoehto, sillä pyritäänhän harjoituksilla pääsemään mahdollisimman lähelle työelämän tilanteita. Asennusseinät ovat yksittäisiä pisteitä, joihin voidaan luoda pienen kokoisia kiinteistöasennuksia keskuksineen (kuva 4).



KUVA 4. Asennusseinä

Jos lähestytään asiaa eri tavalla ja halutaan vielä lähemmäksi työelämän tilanteita, olisi paras ratkaisu opiskelijoiden kannalta tehdä asennuksia oikealla työmaalla. Totta kai, oppimisen kannalta, tämä vaihtoehto olisi huomattavasti parempi, kuin mikään muu. Tämä ratkaisu on kuitenkin verrattain kallis, muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Joitain versioita on, jossa oppilaitos tekee ja myy oppilaiden rakentamia asuntoja. Tämä on kuitenkin hyvin hankalasti toteutettavissa ja useimmiten tällaiset rakennusprojektit ovat tappiollisia. Tätä ratkaisua harvemmin enää käytetään. Oikeiden työmaiden puute koulussa onkin ratkaistu työssäoppimisjaksoilla, joissa oppilas voi käyttää oppimiaan taitoja oikeissa työkohteissa. Yrityksien ei kuitenkaan oleteta korvaavaan oppilaitoksen opetusta, vaan oppilaitoksissa opitut taidot siirretään yrityksen työelämään. Toisin sanoen yrityksistä haetaan kokemusta.



Joskus taas tilan koko voi olla este. Mahdollisesti tilaan ei mahdu isoja asennusseiniä, joissa harjoitella, tai oppilaita on valtava määrä. Näiden ehtojen puitteissa on myös luotu pieniä kannettavia "salkkuja", joissa pystytään harjoittelemaan kytkentöjä hyvinkin pienessä tilassa. Pieneen laatikkoon on laitettu valaisin- sekä pistorasia-asennuksiin tarvittavat upporasiat, joissa jokainen voi harjoitella kytkentöjen tekemistä. Pienen tilan vuoksi pinta-asennuksia on vaikea toteuttaa samalla tapaa. Opimisen kannalta tämä on kuitenkin hyvin kaukana oikeista tilanteista. Tilan ja budjetin kannalta hyvin kompakti ratkaisu, mutta ei aja opiskelijoiden asiaa eteenpäin.

Näistä kolmesta vaihtoehdosta voidaan parhaimmaksi vaihtoehdoksi laskea asennus seinät. Muutamia erilaisia asennusseiniä malleja ovat suoraseinäinen, "siksakki" sekä suorakaide (kuvat 5 ja 6).



KUVA 5. Suoraseinä



KUVA 6. "siksakki"

Luokkatila lasketaan laboratoriotilaksi, joten luokkatiloissa noudatetaan standardin SFS 6002 mukaisia laboratoriotilan vaatimuksia.

Standardin mukaan opetustiloissa tulee olla lukittavat ovet, jotta oppilaat eivät pääse tiloihin ilman asianmukaista valvontaa. Huoneet tulee merkitä kilvillä, jotka kieltävät asiattoman oleskelu selkeästi.

Standardi myös painottaa, että opiskelutarkoitukseen tehdyissä laboratoriotiloissa tulee aina olla vikasuojaus. Suojaukseen standardi antaa kolme vaihtoehtoa, joista vähintään yksi on valittava. Vaihtoehtoina ovat pienjännitteen SELV tai PELV käyttäminen, suojaerotus tai syötön automaattinen poiskytkentä, käyttäen lisäsuojauksena mitoitus toimintavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa.

Vaihtoehdoista pienjännitteitä tulee tilassa mahdollisesti käytettyä, mutta kiinteistöasennuksia ei pienjännitteillä pystytä kokonaisuudessa harjoittelemaan mitenkään.

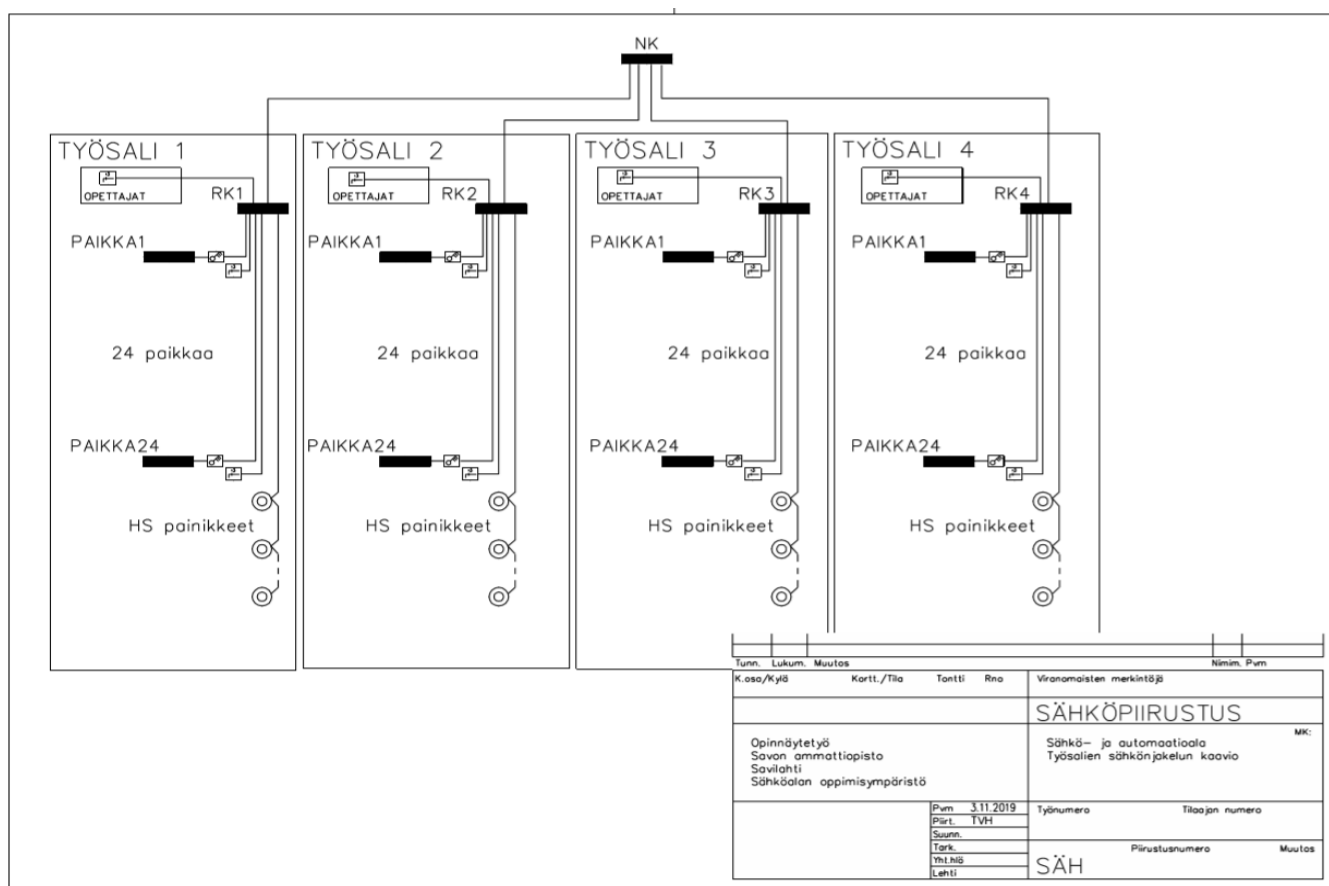
Toisena vaihtoehtona on suojaerotus. Suojaerotus tehdään käytännössä suojaerotusmuuntajalla ja on yleisesti käytetty laitteiden korjaukseen. Suojaerotuksen käyttö rajautuu yleensä yksittäisten laitteiden korjaukseen, eikä suojaerotusmuuntajaan saada kytkeä, kuin yksi laite kerrallaan turvallisuuden säilyttämiseksi. Eli jos halutaan luoda mahdollisimman todenmukainen ympäristö kiinteistöasennuksille, ei suojaerottaminen vastaa tarpeita. Suojaerotusmuuntaja saattaa myös vaikuttaa esim. mitaustuloksiin, vaikeuttaen negatiivisesti todellisuuden tavoittelemiseen.

Viimeiseksi vaihtoehdoksi jää vikavirtasuojan käyttäminen. Vikavirtasuoja on yleinen suojausmenetelmä kiinteistöasennuksissa. Voidaan siis ajatella tämän vaihtoehdon olevan melko lähellä normaalia kiinteistörakentamista. Vikavirtasuojaus luo turvallisen ympäristön ja samalla antaa hyvän esimerkin kiinteistöasennuksissa käytettävästä suojausjärjestelmästä. Tässä tapauksessa vikavirtasuojas voidaan laskea parhaaksi suojausmenetelmäksi.

Vikasuojauksen avuksi tulee laboratoriotila tehdä johtamattomaksi eli lattian ja työpöytien kosketeltävien pintojen resistanssiksi on saatava vähintään 50kΩ. Tämä ei varsinaisesti ole vikasuojausmenetelmä, mutta vaaditaan paremman turvallisuuden saavuttamiseksi. Tämä voidaan saavuttaa esim. asentamalla eristävä muovimatto lattialle.

Lisäksi standardi vaatii ”Oppilaitosten sähkötekniilliseen opetukseen käytettyjen laboratorioiden työskentelypaikoilla pitää lisäksi olla kaavio työskentelypaikan sähkönsyötön järjestelyistä.”

Standardissa tämä on pieni lisä, ja ainakin vanhemmissa rakennuksissa tätä on laiminlyöty. Jokaisessa laboratoriotilassa tulisi kuitenkin olla jonkinlainen jakelukaavio. Alla esimerkki jakelukaaviosta (kuva 7).



KUVA 7. Jakelukaavio

#### 4.1.3 Sähkö- ja automaatiotekniikka

Sähkö- ja automaatiotekniikan kursseilla tarkoituksena on syventää tietoa kiinteistöasennuksista sekä käydä läpi teollisuuden työtehtäviä. Käytännössä tämä tarkoittaa erinäisiä moottori asennuksia, releohjauksia ja ohjelmoitavia logiikoita.

Sähkö- ja automaatiotekniikkaan kuuluvat myös sähkötekniset työt. Opiskelijan on tarkoitus ymmärtää asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeita, ja ymmärtää niiden ja muiden dokumenttien tärkeys. Syventää tietoja putkitus-, johdotus- ja kalustustöistä. Parhaiten työelämään kuuluvia käytäntöjä opitaan työelämässä, eikä kaikkea ole mahdollista opettaa koulussa rajallisten tilojen vuoksi. (esim. johtoreittien tekeminen, isojen tilojen kalusteratkaisut, jne.) Savon ammattiopistolla nämä opiskellaan työharjoittelussa.

Kurssiin sisältyvisää moottoriasennuksissa käydään läpi 1-nopeus-, 2-nopeus-, suunnanvaihto- ja tähti/kolmiokytkennät. Tarkoituksena opiskelijan olisi ymmärtää yllämainittujen moottoriasennusten toimintaperiaatteet, rakenteet ja kytkennät. Sekä ymmärtää moottorikäyttöjen ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksen periaatteet. Moottoriasennuksissa pystytään pysymään hyvin samankaltaisilla linjoilla sähköasennustekniikan kanssa, onhan molemmissa kuitenkin kyse käytännön harjoittelusta.

Yleisimmin käytetty ratkaisu tässäkin kurssikokonaisuudessa, on asennusseiniä käyttäen. Asennusseiniä voidaan luoda omiin tarpeisiin vastaava työpiste. Pisteeseen voidaan asentaa oma keskus, moottoriasennuksiin tarvittaville suojalaitteille sekä ohjauksille. Jokaiseen pisteeseen asennetaan oma moottori, jonka jälkeen seinälle/keskukseen voidaan asentaa erilaisia ohjauslaitteita mahdollisimman monipuolisen toteutuksen saavuttamiseksi.

Kurssia opettaessa voidaan myös käyttää erillisiä esimerkkikohteita erilaisten toimintaperiaatteiden havainnollistamiseksi. Käytetään esimerkkinä esimerkiksi muilla aloilla tarvittavien moottoreiden toimintaperiä. Tämä toimii hyvin moottoreiden tarkoituksien ymmärtämisessä ja käytännön opiskelun tukena.

Yhtenä vaihtoehtona olisi sisällyttää moottoriasennukset logiikkoiden opiskeluun. Tällöin ei välttämättä tarvittaisi niin isoja tiloja, osa kytkennöistä pystyttäisiin käymään läpi simuloimalla kytkentöjä logiikkaohjelmilla. Mistä päästäänkin kurssin yhteen osa-alueeseen, ohjelmoitavat logiikat. Tällä pystyttäisiin mahdollisesti ns. ”lyömään kaksi karpästä yhdellä iskulla”. Opetusratkaisuna kaikkien kytkentöjen opettaminen pelkästään simuloimalla olisi kuitenkin opiskelijoiden laiminlyöntiä, eikä vastaisi heidän tarveensa opetukselle. Paras ratkaisu olisi mahdollisesti yhdistää molempia toisiinsa. Moottorikeskuksiin voidaan asentaa logiikkapiirit ohjauksien testaamiseksi.

Tämäkin tila lasketaan laboratorio tilaksi, joten samat standardin vaatimukset sähköasennustekniikkatilan kanssa pätevät.

Moottoriasennustilat ovat hyvin samankaltaisia sähköasennustekniikan tilojen kanssa. Tilat ovat mahdollisesti identtisiä. Ainoastaan asennusseinille tulevat keskukset ja muu sisältö poikkeavat toisistaan. Kuvassa 8 on esitetty Savon ammattiopiston vanha moottoriasennusseinä.



KUVA 8. Savon ammattiopiston moottoriasennusseinä

#### 4.1.4 Kiinteistöjen automaatio ja tietojärjestelmät (turvajärjestelmät, LVI-järjestelmät)

Kiinteistöjen automaatio ja tietojärjestelmissä käydään läpi yleiskaapelointi, paloilmoitinjärjestelmät, murtohälytínjärjestelmät, antennijärjestelmät, LVI-järjestelmät sekä niihin liittyvät VAK-keskukset.

Yleiskaapeloinnissa tärkeintä on tuntea siihen liittyvät piirrosmerkit, tuntea järjestelmäkaaviot sekä osata asentaa parikaapelit valmistajan ohjeiden mukaisesti. Näistä piirrosmerkit ja järjestelmäkaaviot voidaan opiskella teorialuokassa. Myös parikaapeleiden asentaminen ja esim. päätteiden tekemisen harjoittelu on hyvin pienessä tilassa onnistuva harjoitus. Näissä harjoituksissa ei käytetä vaarallisia jännitteitä, joten myös nämä harjoitukset voidaan suorittaa teorialuokassa.

Paloilmoitin- ja murtohälytysjärjestelmiä on yleisesti vaikea harjoitella koulussa ja siksi suurin osa opiskelusta käydään läpi työharjoitteluissa. Totta kai koulussa käydään yleisesti läpi teorat ja esimerkit. Opiskelijan tulee ymmärtää piirrosmerkit, järjestelmäkaaviot ja osata asentaa järjestelmien komponentit valmistajan ohjeiden mukaan. Piirrosmerkit ja erilaiset kaaviot voidaan käydä teoria tunneilla läpi. Käytännön harjoittelut voidaan käydä läpi hankkimalla erilaisia ovikoskettimia, ir- ja savuilmaisimia, sekä luoda pieniä kytkentäharjoituksia pienille asennuslevyille. Voidaan myös ottaa harjoituksia muilta kursseilta ja lisätä antureita logiikan harjoituksiin ja testata niiden toimintaa yhdistämällä kurssien sisältöä. Harjoituksia pystyttäisiin tekemään harjoitusseinille, mikä olisi hieman lähempänä työelämän vastaavia tilanteita. Asennusluokissa olisi mahdollisesti jo valmiita keskuksia, joihin pystyttäisiin lisäämään komponentteja.

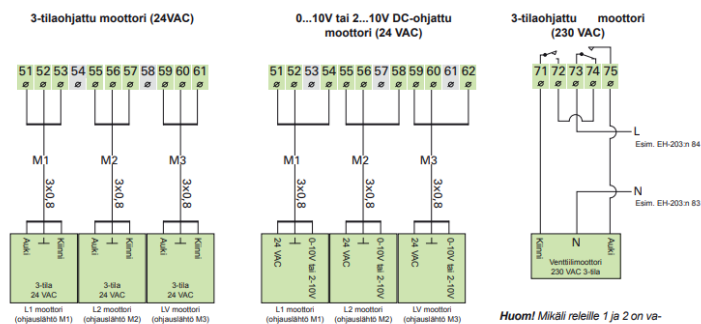
Seuraavaksi kurssissa käsitellään antennijärjestelmiä. Antennijärjestelmissä ei varsinaisesti ole suuria kokonaisuuksia, mutta itse antennin suuntaaminen ja järjestelmän mittaukset ovat tärkeässä roolissa kurssikokonaisuudessa. Antennijärjestelmä pystyttäisiin periaatteessa rakentamaan pienemässä kaavassa, menettämättä opetuksen arvoa, mutta itse antenni voi koitua ongelmaksi. Antennin koko ja sijainti osoittautuvat haasteeksi. Oppilaiden olisi hyvä harjoitella oikean antennin asentamista tolppaan, sillä sähköasentaja joutuu useasti tilanteeseen, jossa tarvitsee asentaa antennin asiakkaalle. Tähän tarvitaan siis mielellään vähän isompi tila, jossa mahdollaan tolppa pystyttämään. Luokan tulisi myös mielellään olla sellaisella paikalla, että antenniin saataisiin signaalia. Tällöin pystyttäisiin harjoittelemaan antennin suuntausta tosissaan. Paras paikka antennille olisi rakennuksen katolla, jolloin molemmat vaatimukset saavutettaisiin varmuudella. Opetuspaikkana se on kuitenkin ongelmallinen, jos kattoa ei olla aidattu.

LVI-järjestelmät ovat tämän kurssikokonaisuuden isoimpia osia ja myös iso osa normaalia rakentamista. Järjestelmien suuruuden takia normaali kokoisia koneita ei luokahuoneisiin usein tehdä, vaan käytetään pieniä osia järjestelmistä. Savon ammattiopistolla luokkia on kuitenkin opetettu niin sanotulla kahdennetulla järjestelmällä. Tämä tarkoittaa, että rakennukseen on tehty kaksi ilmastointijärjestelmää. Yksi päätoiminen järjestelmä, joka hoitaa tärkeimmät ohjaukset rakennuksessa sekä toinen jota oppilaat pystyvät tiettyyn pisteeseen asti hienosäätämään ja testaamaan. Muita vaihtoehtoja on esimerkiksi hankkia LVI-järjestelmien ohjausyksiköitä ja käydä opetusta niiden avulla. OUMAN:ita löytyy joitain yksiköitä, joita on käytetty opetustarkoituksiin (kuva 9).



KUVA 9. EH-203 Lämmönsäädin

#### VENTTIILIMOOTTOREIDEN KYTKENTÄ:



**Huomi!** Mikäli releille 1 ja 2 on valittu "230V moottori", säätimeen voidaan kytkeä yksi 230VAC 3-tilaohjattu venttiilimoottori L1 tai L2 säätöpiiriin (ei LV). Releiden ohjaustavan valinta on esitetty sivuilla 26 ja 27.

## 5 LEAN-FILOSOFIA

Lean-filosofia on ajattelutapa, jossa organisaatioiden ja henkilöstön ongelmaratkaisutaitojen järjestelmällinen kehittäminen on kaiken keskiössä. Se tarkoittaa työyhteisön toimintamallien perusteellista ja avointa arviointia sekä niiden jatkuvaa parantamista. Tärkeintä ei ole vauhti, vaan päättäväinen, jatkuva liike kohti tavoitteita. (Suomen Lean-yhdistys)

Lean-filosofia on alun perin saanut alkunsa Toyotan tehtaista japanissa. Lean on Toyotan toimintatapaa perustuva kokonaisvaltainen kehittämisfilosofia. Tehokkuutensa vuoksi Lean on ollut monien menestyvien yritysten kulmakivenä jo pitkään.



KUVA 10. Lean-filosofia "Toyota-talo"

Kuvan 10 "Toyota-talo" kuvaa organisaation työkaluja, joilla Lean-filosofiaa voidaan toteuttaa.

Arrow engineering Oy:n blogissa kerrotaan hyvin yksinkertaisesti Lean filosofian periaatteet. Blogin mukaan keskeistä Leanissa on tunnistaa ja eliminoida tuottamattomat toiminnot nopeasti ja tehokkaasti, pienentää kustannuksia sekä parantaa laatua. Tuottamattomia toimintoja ovat leanin mukaan:

## 1. Ylituotanto

Ylituotantoa syntyy, kun tuotteita valmistetaan ilman tilausta tai varmuuden vuoksi varastoon enemmän kuin on tarve, sitoen turhaan resursseja. Ilman tilausta valmistettavat tuotteet vievät varastotilaa, sitovat pääomaa ja henkilöstöä, jolloin syntyy hukkaa.

Ylituotanto vaikeuttaa myös todellisten ongelmien havaitsemista ja lieventää niiden vaikutusta.

Leanin mukaan ylituotanto on keskeisin hukan aiheuttaja, koska sen seurauksena syntyy muita hukkia.

## 2. Odottelu ja viivästykset

Kaikenlainen odottelu sekä erilaiset viivästykset tuotannossa aiheuttavat hukkaa, koska ne eivät tuo lisäarvoa asiakkaalle. Viivästyksiä voivat aiheuttaa esimerkiksi erilaiset kapasiteettia rajoittavat pulonkaulat prosessissa, edellisen työvaiheen aiheuttamat viivästykset, kone- ja laitehäiriöt sekä työkalujen tai materiaalien puutteet. Jo automaattikoneen käynnin odottelu tuottaa Leanin mukaan hukkaa.

## 3. Tarpeeton kuljettaminen

Leanin mukaan kaikenlainen turha liike, myös ihmisten, aiheuttaa hukkaa, koska asiakasarvo ei kasva tuotteiden liikuttelulla edestakaisin eri työvaiheiden välillä. Näin esimerkiksi materiaalien, osien ja valmiiden tuotteiden siirtely edestakaisin varastoon ja pois varastosta on tarpeetonta kuljettamista.

## 4. Ylikäsittely

Ylikäsittelyllä tarkoitetaan asiakkaan kannalta turhia asioita, kuten ylilaatuisia ja huonoilla tai väärillä työkaluilla ja menetelmillä tehtyjä viallisia tuotteita. Viallisia tuotteita voi syntyä myös puutteellisen suunnittelun takia.

## 5. Tarpeettomat varastot

Ylimääräiset materiaalit, suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto tai valmiiden tuotteiden pitkäaikainen varastointi aiheuttavat lisäkustannuksia, kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja sekä haittaavat ongelmien havaitsemista.

Lisäksi ylimääräiset varastot estävät havaitsemasta tuotannon heilahteluja, myöhästyneitä tavarantoimituksia, vikatilanteita sekä pitkiä asetusajoja.

## 6. Tarpeeton liike työskentelyssä

Kaikenlainen ylimääräinen liike työvaiheiden aikana, kuten esimerkiksi etsiminen, kurottelu, osien ja työkalujen keräily ovat Leanin mukaan hukkaa, koska ne eivät tuo lisäarvoa itse tuotteeseen.



## 7. Laatuvirheet

Laatuvirheet aiheuttavat turhaa työskentelyä, lisäävät materiaalin kulutusta, kuluttavat kapasiteettia ja aiheuttavat reklamaatioita. Viallisella tuotteella ei ole asiakasarvoa ja niiden korjaaminen on hukkaa.

### Kahdeksas hukka

Monissa lähteissä Leanin alun perin listaamaan seitsemään hukkaan lisätään vielä yksi - työntekijän luovuuden tai osaamisen käyttämättömyys. Tällä tarkoitetaan kaikkia työntekijöiden kykyjä, parannusehdotuksia ja oppimismahdollisuuksia, jotka jäävät huomioimatta tuottaen hukkaa.

Hukkaa syntyy esimerkiksi, kun työntekijä huomaa hukkaa aiheuttavia asioita tai tarpeettomia vaiheita prosessissa, mutta häntä ei kuunnella. Siksi henkilöstöllä on suuri rooli Lean-filosofian omaksumisessa ja tuotannon tehostamisessa. Heidän pitääkin saada osallistua kehittämiseen ja tuntea kuuluvansa tiimiin.

## 5.1 Lean Savon ammattiopistolla

Savon ammattiopisto on päättänyt ottaa lean-filosofian käyttöönsä parantaakseen toimintatapojaan ja tasoittamaan opiskelijoiden tietotason tasokkuutta. On myös ajateltu, että tämä saattaisi lyhentää opiskelijoiden opiskelu aikaa. Tämä ei tietenkään päde aivan kaikkien opiskelijoiden kohdalla, opetuksessa pyritään henkilökohtaisiin tuloksiin.

Savon ammattiopisto on pääasiassa ottanut 2 työkalua käyttöön lean-filosofiasta. Yksi on tottakai jatkuvan kehittämisen periaate, onhan se tärkein koko ajatusmallissa. Tätä pyritään pitämään yllä esimerkiksi tauluilla, joihin jokainen voi kirjoittaa parantamissideoitaan sekä huonoksi havaitsemiaan toimintatapoja. Näin voi jokainen osallistua kehittämiseen, jonka jälkeen voidaan yhdessä miettiä ratkaisuja ongelmiin.

Toinen työkalu on nimeltään 5S. 5S on yleisesti ensimmäinen työkalu lean-filosofian alkuvaiheissa. Sillä saadaan nopeasti näkyviä tuloksia ja luodaan helposti lähestyttävä esimerkki lean-filosofian toimivuudesta.

### 5.1.1 5S

5S on Lean-filosofiaan kehitetty työkalu, joka keskittyy työpaikkojen organisointiin ja työmenetelmien standardointiin. Tässä pyritään luomaan siisti ja visuaalisesti miellyttävä ympäristö, joka myös vähentäisi tavaroiden turhaa hukkaamista ja tuhlaamista.

Niin kuin 5S nimi jo kertookin, liittyy tähän 5 erilaista osa-aluetta. Alkuperäiset nimet suluisa ja niiden vapaat suomennokset:

- Sorteeraus (Seiri)
- Systematisointi (Seiton)
- Siivous (Seiso)
- Standardisointi (Seiketsu)
- Seuranta (Shitsuke)

Sorteerauksella tarkoitetaan yksinkertaisesti lajittelua. Pyritään pääsemään eroon turhista ja rikkoutuneista tavaroista, jolloin vapautetaan tilaa varsinaiselle työskentelylle ja saadaan tarvittavat tavarat järkevästi esille.

Systematisointi tarkoittaa organisaation järjestyksen ja toimintamallien selkeyttämistä. Pyritään luomaan samanlaiset toimintamallit koko organisaatiolle. Tämä tarkoittaa esimerkiksi työtilojen merkitsemistä, lattioita maalamalla, selkeitä vain yhteen asiaan tarkoitettuja työalueita, roskakoreja tiettyissä paikoissa, jne. Tärkeintä systematisoinnissa on, että jokainen työntekijä pystyy yhdellä vilkaisulla huomaamaan ovatko paikat järjestyksessä. Visualisointi on hyvin tärkeää. Alla esimerkki kuvia (kuva 11, kuva 12, kuva 13) Savon ammattiopiston systematisoimasta harjoittelutilasta.



KUVA 11. Savon ammattiopiston sähkötyösal



KUVA 12. Mittareiden säilytysshyllyt





KUVA 13. Kaapeleiden säilytys sekä jatkuvan parantamisen taulu

Siivous kuulostaa hyvin itsestään selvältä asialta, mutta hyvin usein kuitenkin unohtuu. Tällä tarkoitetaan oman työpisteen ja toiminta-alueen päivittäistä siivousta. Pyritään jättämään tilat, joissa olet työskennellyt samanlaisiksi kuin ne olivat sinne tullessasi.

Standardisoinnilla tarkoitetaan työpaikan pelisäännöistä ja toimintatavoista sopimista. Tämä usein tarkoittaa aikataulutusta tietyille toimenpiteille jne. Tämä voi olla hieman haastavaa oppilaitokselle. Sillä tämä ei ole aivan perinteinen liukuhihna työ, kuten Toyotan tehtaat, joille tämä malli on alun perin luotu. Savon ammattiopisto on lähtenyt lähestymään tätä moduulimallilla ja pyrkii luomaan standardoidun opiskelumallin, jossa opiskelija voi edetä omalla tahdillaan saaden silti samanlaisen opetuksen kuin muutkin.

Viimeisenä on seuranta, jolla tarkoitetaan kaikkien näiden edellisten toimenpiteiden seurantaa. Pyritään siihen, että sovittuja toimenpiteitä noudatetaan ja tavoitteena olisi saada 5S rutiiniksi jokaiselle työntekijälle. Ilman seurantaa kukaan ei sitoudu menetelmiin ja on siksi tärkein näistä menetelmistä.

## 6 TILARATKAISUT

Savilahden uusien tilojen suunnittelussa, eri alojen henkilöstöä on osallistettu tilojen kokonaisuuden suunnitteluun. Jokainen toimiala on saanut esittää toiveensa arkkitehteille, ja he pyrkivät toteuttamaan toiveita mahdollisuuksien mukaan.

Rakennushankeeseen kuuluu neljä rakennusta, jotka kattavat suurimman osan savon ammattiopistoon kuuluvista aloista. Rakennuksiin tulevat auto-, metalli-, sähkö-, ict-, turvallisuus-, liiketalous-, hyvinvointi-, matkailu ja ravitseminen-, elintarvike- ja media-alat. Talotekniikka- ja luonnonvara-alat toimivat Toivalassa. Logistiikka-ala toimii kolmisopessa.

Sähköalan käytössä on osa rakennuksen XX kakkoskerroksesta.

Sähköosaston laboratoriotilat ovat sijoitettu kakkoskerroksen keskelle suureen luokkatilaan. Luokkatila jaetaan 4-5 erilliseen osaan. Jokaiselle oppiaineelle saadaan omat yksittäiset tilat, joilla on omat jakokeskuksensa. Teorialuokkina käytetään monitoimitiloja.

Tässä luvussa tehdään ratkaisut tilojen käytölle työn hetkisten tietojen ja aiemman suunnittelun perusteella.

### 6.1 Opiskelija määrät

Savon ammattiopiston suunnitelmien mukaan luokkakoko pyritään pitämään 18 oppilaassa. Uusia ryhmiä otetaan joka vuosi kolme. Ryhmät opiskelevat sähkö- ja automaatiotekniikan perusteet näissä tiloissa. Sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijat (toinen vuosi) vuorottelevat lähiopetuksen ja työssäoppimisen välillä, niin että yksi ryhmä on lähiopetuksessa kerrallaan. Sähkö- ja energiatekniikan opiskelijat käyttävät samaa vuorottelu järjestelmää, sähkö- ja automaatiotekniikan opiskelijoiden kanssa, jolloin yksi ryhmä on lähiopetuksessa kerrallaan. Tällä järjestelyllä 5 ryhmää on yhtä aikaa lähiopetuksessa. Osin järjestelyissä mukana myös aamupäivä- ja iltapäivävuorot. Nämä oletukset ovat luokkatilaratkaisuiden taustalla.

## 6.2 Automaatiotekniikan perusteiden (elektroniikka) tilat

### 6.2.1 Opiskelijan työpiste

Opiskelijan työpisteessä käytetään yksinkertaista pöytää, jossa on paikat kahdelle opiskelijalle. Pöydässä on normaali työskentelytaso, johon on lisätty pieni ylätaso. Pöytä hankitaan valmistajalta Treston, pöydän malli on TPH työpöytä 1800x900. Lisävarusteena pöytään hankitaan sähkökouru, sähkönjakelua varten.

Työpisteeseen hankitaan pieni työkalupakki. Työkalupakkiin hankitaan yleismittari, sivuleikkurit, kuorintapihdit ja yleisimmin käytettäviä komponentteja. Yleisiä komponentteja ovat esim. eriväriset LED-valot, transistorit, kondensaattorit, jne.

Jokaiselle pisteelle tarvitaan oma säädettävä virtalähde ja oskilloskooppi. Tällä hetkellä Savon ammattiopistolla on säädettävänä virtalähteenä käytössä Peaktech 6125 (kuva 14) ja oskilloskooppina Picoscope 2000 sarjaan kuuluva oskilloskooppi (kuva 15). Molemmat ovat olleet kokeilussa ja todettu tähän mennessä hyviksi. Säilytetään molemmat uusia tiloja varten. Picoscopea varten tarvitaan tietokone, jotta sen mittaamia tietoja pystytään lukemaan ja analysoimaan. Käytetään Savon ammattiopiston vanhoja kannettavia tietokoneita. Yksi kone jokaiselle työpisteelle.



KUVA 14. Peaktech 6125



KUVA 15. Picoscope 2204a

### 6.2.2 Työtila

Työtilaan hankitaan 12 työpistettä, jolloin tilaan mahtuu 24 opiskelijaa kerrallaan. Jokaiseen työpisteeseen hankitaan yllämainitut tarvikkeet. Työpisteiden tarvikkeita säilytetään seinälle sijoitettavissa hyllyissä. Jokainen piste merkataan omalla numerollaan ja niihin tarvittavat tarvikkeet nimetään samalla numerolla. Tietokone voidaan säilyttää pöydän ylätasolla. Harvemmin käytettävät erityistarvikkeet ja mittauslaitteet säilytetään erillisessä elektroniikka varastossa.

### 6.3 Sähköasennustekniikan tilat

Laboratoriatiloista kaksi osaa käytetään sähköasennustekniikalle. Tiloista tulevat identtiset lean-filosofian toteuttamiseksi.

#### 6.3.1 Opiskelijan työpiste

Työpisteissä käytetään kahta asennusseinä mallia. Seinän varsille sijoitetaan suorakaide malleja ja luokkahuoneen keskelle ”siksakki” malleja. Jokaiseen pisteeseen sijoitetaan oma harjoituskeskus. Harjoituskeskuksina käytetään enston vakio keskusta PESSV 345.21 (kuva 16). Keskukseen pääkaavio löytyy enston omilta sivuilta <https://www.ensto.com/fi/>



KUVA 16. PESSV 345.21

Jokaisella pisteellä työskentelee yksi opiskelija, joten pisteen koko määritellään sen mukaan. Suorakaide mallissa seinälevyjen koko on 600x1800x600, tällöin saadaan tilaa keskukselle ja asennuksille. Keskus asennetaan takalevyn keskelle. ”Siksakki” mallissa seinälevyjen koko on 120x120. Harjoituskeskus asennetaan vasemman seinälevyn keskelle.

Harjoituksien keskuksiin aiheuttama kuormitus on hyvin pientä. Suurin kuorma aiheutuu yksittäisen liedan asentamisesta, eikä näin ollen ole kovinkaan suuri. Harjoituskeskuksien syötöt vedetään MMJ 5x2,5S johdolla. Keskuksien syötöt vedetään hyllyjä pitkin yläkautta. Vältetään kiinteitä asennuksia. Esim. lattiavedot pienentäisivät muutosmahdollisuuksia.

Jokaisen harjoituskeskuksen tulevaan syöttöön laitetaan turvakytkin. Turvakytkin sijoitetaan suorakaide mallissa oikean puoleiseen seinään, korkeuteen 1800. Sijoitus mahdollisimman reunaan. Turvakytkimen alapuolelle sijoitetaan käynnistyskytkin. Käynnistyskytkin tulee toimia avaimella ja se sijoitetaan korkeuteen 1500. Lisätään vielä merkkivalo ilmaisemaan jännitettä. Merkkivalo sijoitetaan



käynnistyskytkimen alapuolelle korkeuteen 1400. ”Siksakki” mallissa kaikki nämä sijoitetaan vasemman seinälevyn vasempaan reunaan samoille korkeuksille.

Jokaisen harjoituskeskuksen kanteen laitetaan työ- ja sähköturvallisuus ohjeet QR-koodilla. Näin jokainen opiskelija pystyy itsenäisesti lukemaan/katsomaan turvallisen toiminnan periaatteet. Ohjeet toimivat myös muistutuksena turvallisesta toiminnasta.

Jokaiselle pisteelle oma roskakori, jotta vältetään turhaa liikkumista harjoitusalueella. Samalla myös pidetään siisteyttä yllä. Samaa periaatetta noudattaen, lisätään jokaiselle myös omat pukit, ylhäällä työskentelyä varten. Molemmille paikka työpisteen seinältä, jossa ne voivat olla, kun ei harjoitella. Viedään mahdollisimman vähän lattia tilaa.

Jokainen työalue tulee merkata ja rajata, esim. teippaamalla tai maalaamalla lattiat. Luodaan selkeät alueet missä työskennellä. Myös jokaisen tavarankin paikka merkataan. Päivän päätteeksi voidaan katsoa ovatko tavarat paikallaan ja mitä puuttuu.

### 6.3.2 Työtila

Työtilassa työskentelee pääsääntöisesti 18-20 opiskelijaa kerrallaan. Sijoitetaan 24 työpistettä työtilaan, mahdollisten lisäopiskelijoiden tarpeisiin.

Työpisteiden sähkönsyöttö hoidetaan ryhmäkeskuksella, joka sijoitetaan keskeiselle paikalle. Ryhmäkeskukseen tulee 26 erillistä lähtöä, joista kaksi on varalla. Jokaista työpistettä ohjataan työpisteellä olevalla avainkytkimellä. Avainkytkin ohjaa ryhmäkeskuksella olevaa kontaktoria, joka syöttää sähkön työpisteelle. Jännitettä keskuksessa indikoi merkkivalo. Itse ryhmäkeskusta ohjataan erillisestä tilasta, esim. opettajanhuoneesta. Ohjauksessa käytetään samaa avainohjausta.

Jokaiselle ryhmälle lisätään vikavirtasuojat. Vikavirtasuojat takaavat turvallisen työskentely ympäristön laboratoriotilassa. Vikavirtasuojat laukeavat useasti harjoitustilanteissa, siksi lisätään jokaiselle vikavirtasuojalle merkkivalo keskukseseen. Merkkivalo kertoo mikä vikavirta on lauennut ja helpottaa vian paikantamista. Liitteissä keskuksen kuvat. (LIITE 2)

Työtilaan lisätään hätäseis-painikkeita lopullisen suunnitelman mukaan tarpeellinen määrä. Sijoitetaan kulkureiteille ja helposti päästäville paikoille.

Työtilaan ei sijoiteta suuria varastoja. Opiskelijoiden tarvittavat työtarvikkeet jaetaan jokaisen kurssin alussa, joita he käyttävät ja säilyttävät itse kurssin loppuun saakka. Työtilassa säilytetään ainoastaan päivittäin käytettäviä kaapeleita ja käyttöönottomittareita. Päivittäin käytettäviä kaapeleita ovat: MMJ 5x2,5S; MMJ5x1,5S; MMJ 3x2,5S; MMJ 3x1,5S ja ML-johtimet. Vaadittavat kaapelit säilytetään seinälle sijoitettavassa hyllyssä. Käyttöönottomittarikin sijoitetaan omalle hyllylleen, josta opiskelijat voivat sen itse hakea. Muut johtimet/kaapelit ja työtehtävissä tarvittavat tarvikkeet säilytetään erillisessä varastossa, luokan ulkopuolella.

Työtilan perälle sijoitetaan, töissä syntyvälle kaapelijätteelle, oma kuorintapiste. Kaapeleita pyritään käyttämään mahdollisimman pitkään ennen kuorintaa. Kuorinta laitteeksi otetaan MSW Motortech-nics kaapelikuorintakone MSW-WS-005. Kone on käsikäyttöinen. Koneelle tehdään seinäteline, jotta taas säästetään lattiatilaa. Kaapelikuorille oma roskakori, joka tyhjennetään jokaisen käyttökerran jälkeen. Kaapelikuorinnasta tulevat kuparit säilötään omassa astiassaan ja viedään kierrätykseen astian täyttyttyä.

#### 6.4 Sähkö- ja automaatiotekniikan tilat

Laboratoriatiloista kaksi osaa käytetään sähkö- ja automaatiotekniikalle. Tiloista tulevat identtiset lean-filosofian toteuttamiseksi.

##### 6.4.1 Opiskelijan työpiste

Työpisteen pohjana käytetään samoja asennusseinä malleja, kuten sähköasennustekniikan työtilassa. Työpisteeseen tuleva aivankäynnistys, merkkivalo, turvakytin ja harjoituskeskus sijoitetaan samoille paikoille.

Keskukseksi hankitaan muovikotelokeskus, Fibox-keskus EKUG 180 G. Keskuksen koko on 560x380. Tässä keskuksessa tehdään harjoituksien päävirtapiirit, eikä tähän keskukseseen tehdä muita asennuksia. Keskukseen tehdään neljä 3-vaihdelahtoa ja jätetään tilaa kontaktori asennuksille.

Työpistettä varten hankitaan toinen muovikotelokeskus, johon tehdään harjoituksien ohjauspiirit ja muut asennukset. Tämä keskus on irtomainen ja muuttuu harjoitusten mukana. Opiskelijat rakentavat kyseisen keskuksen aina alusta loppuun itse.

Muovikotelokeskuksen alapuolelle sijoitetaan ABB:n vakio moottori, esim. M2BA-moottori. Moottori sijoitetaan 20cm korkeuteen omalle jalustalleen.

##### 6.4.2 Työtila

Työtilassa käytetään samaa suunnitelmaa sähköasennustekniikan kanssa. Ainoastaan päivittäin käytettävät kaapelit muuttuvat. Päivittäin käytettäviä kaapeleita ovat: MMO 7x1,5S; JAMAK 2x(2+1)x0,5; JAMAK 2x(2+1)0,5; KLMA 2x0,8 ja KLMA 4x0,8.

## 6.5 Antennitekniikan tilat

Savon ammattiopiston uusissa tiloissa savilahdessa, antennijärjestelmä on katolla. Tilat katolla ovat turvallisella tasanteella, ja alue on aidattu turvallisuuden lisäämiseksi. Tämä mahdollistaa järjestelmän opiskelun katolla. Katolta löytyy myös aurinkopaneelijärjestelmä. Tiloihin jää ainoastaan hankittavaksi mittarit. Mittareita tarvitaan kentänvoimakkuus- ja antenninsuuntausmittari. Kentänvoimakkuusmittariksi hankitaan Sefram 7848 ja antenninsuuntausmittariksi hankitaan Satlink WS-6939. Mittarit säilytetään erillisessä varastossa.

## 6.6 Kiinteistön automaatio ja turvajärjestelmät (turvajärjestelmät, LVI-järjestelmät)

Savilahden uusiin tiloihin tehdään kahdennettu LVI-järjestelmä. LVI-järjestelmän opiskelu hoidetaan tämän kahdennetun järjestelmän avulla. Mittauslaitteita ei tarvitse hankkia, vaan käytetään LVI-alan omistamia laitteita harjoituksiin.

Muut turvajärjestelmät pystytään opiskelemaan sähköasennustekniikan, ja sähkö- ja automaatiotekniikan tiloissa.

## 7 YHTEENVETO

### 7.1 Tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella harjoittelutilat Savon ammattiopiston Savilahden uusiin tiloihin. Tilojen vaatimuksena oli saada tiloista mahdollisimman käytännölliset ja pyrkiä luomaan opetushallituksen reformin mukaiset opetustilat. Työn edetessä Savon ammattiopisto lisäsi suunnitelmiin mukaan lean-filosofian, joka muotoili oppimisympäristöä ja asetti lisää tavoitteita harjoitustilojen suunnitteluun. Työssä myös pyrittiin antamaan hyvin perustellut vaihtoehdot ja tulokset harjoitustilojen ratkaisuille.

### 7.2 Tulokset

Työn tuloksena saatiin suunniteltua harjoittelutilat automaatiotekniikan perusteille, sähköasennustekniikalle, sähkö- ja automaatiotekniikalle sekä antennitekniikalle.

Sähkötekniikan harjoitustiloihin suunniteltiin 24 erillistä työpistettä opiskelijoille. Työpisteissä on omat harjoituskeskukset ja seinätilaa harjoitusten tekemiseen. Jokaiseen pisteeseen tehtiin avainohjaukset opettajien käyttöön, sekä varoitusvalot helpottamaan opetusta ja auttamaan tunnistamaan vaaroja. Pisteet sekä tavaroiden paikat on merkattu sekä tehty yksinkertaisiksi lean-filosofian täyttämiseksi. Varastoja tiloissa ei ole.

Sähkö- ja automaatiotekniikan tilat toteutettiin sähkötekniikan tilojen perusteella. Ainoastaan työpisteiden sisältö muuttui.

Automaatiotekniikan perusteiden tiloihin suunniteltiin yksinkertaiset ratkaisut. Isojen mittalaittepyörien sijaan käytettiin kaksipaikkaisia pöytiä. Tiloihin hankitaan virtalähteitä, oskilloskooppeja sekä työkaluja. Varastointi pyritään pitämään mahdollisimman pienenä ja suurinosa tarvittavista tavaroista säilytetään työkalupakeissa.

### 7.3 Työn arviointia

Työ aloitettiin opetussuunnitelmia sekä opetushallituksen reformia tutkimalla. Käytiin läpi myös opetukseen sekä alaan liittyviä kokonaisuuksia, kuten sähkö- ja työturvallisuus. Haasteita työhön toi saatavissa olevan tiedon monitulkinnaisuus sekä sen vähäisyys. Työssä oli luotettava omaan tietoonsa sekä alan asiantuntijoiden tietoon ja mielipiteisiin.

Työtä on lähestytty laajalta alueelta ja on pyritty antamaan mahdollisimman hyvä kuva prosessin etenemisestä. Suunnittellessa käytettiin uudesta rakennuksesta olevia pohjakuvia apuna. Vanhoja tilojakin käytettiin ohjaavana tekijänä. Vaikeuksia loi myös tavoite saada harjoitustilat vastaamaan mahdollisimman lähelle työelämää. Turvallisuus vaatimukset piti ottaa huomioon, mutta ne eivät luoneet vaikeuksia suunnitteluun. Työn lopputulokseen oltiin tyytyväisiä.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ARROW engineering Oy, 2016-10-5. Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa. [Viitattu 2019-24-10] Saatavissa <https://blogi.arroweng.fi/lean-filosofian-71-tuottamatonta-toimintoa>

EH-203 Lämmönsäädin-käsikirja. Saatavissa [http://ouman.fi/documentbank/EH-203\\_\\_manual\\_\\_fi.pdf](http://ouman.fi/documentbank/EH-203__manual__fi.pdf)

GRAHN-LAASONEN, Sanni. Toimintasuunnitelma strategisen hallitusohjelman kärkihankkeiden ja reformien toimeenpanemiseksi 2015. Valtineuvosto. [Verkkoaineisto] Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/documents/10184/321857/Toimintasuunnitelma+strategisen+hallitusohjelman+k%C3%A4rkihankkeiden+ja+reformien+toimeenpanemiseksi.pdf/92b90c0e-9154-487f-bbf8-543cb6433dd6>

HARSIA, Pirkko, AUTIO, Isto, LESKINEN, Markku, PIKKILÄ, Veijo, SAVUOJA, Pekka, VÄLIMÄKI, Esko. 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Helsinki: Painokurki Oy.

Hirsjärvi, Sirkka: *Kasvatustieteen käsitteistö*. Keuruu: Otava, 1982

INKEROINEN, Sami 2015. Teollisuushallin suunnittelu. Savonia ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/95673/Inkeroinen\\_sami.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/95673/Inkeroinen_sami.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pico Technology, pico 2204A. <https://www.picotech.com/>

ROUSKU, Henrik. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Rakennusalan sähköistysopas 2014. Saatavissa: <http://www.stul.fi/fi/toimiala/sahkoistys-osana-rakentamista>

SFS-KÄSIKIRJA 600-1, 2012. Sähköasennukset, Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

Sähkö- ja automaatioalan perustutkinto, opetussuunnitelma: <https://eperusteet.opinto-polku.fi/#/fi/esitys/1724174/ops/rakenne>

Sähköala.fi 2019. Sähköturvallisuus. [http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Sahkotyoturvallisuus/fi\\_FI/Sahkotyoturvallisuus/](http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Sahkotyoturvallisuus/fi_FI/Sahkotyoturvallisuus/)

Työturvallisuuskeskus, 2019. Työturvallisuuden perusteet. Saatavissa: [https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/tyoturvallisuuden\\_perusteet/tyoymparisto](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/tyoturvallisuuden_perusteet/tyoymparisto)

VESA, Kalle 2019-03-09. Teklab Testipöytä no.2 [digikuva]. Kiertonet myyntikuva. <https://kiertonet.fi/tyokalut-ja-koneet/koneet-ja-laitteet/teklab-testipoyta-no2-30107>

## 8 LIITE 1: AMMATTITAITOVAATIMUKSET

### Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen

Opintokokonaisuuden tarkoituksena on tutustuttaa opiskelija perustavan laatuisiin työtehtäviin, joita tarvitaan jokaisella alalla, sekä tuoda sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet esille. Opiskelijalle opetetaan perustieto työskentelytavoista ja välineistä, sekä turvallisuudesta.

Alla on opetussuunnitelman vaatimukset yksittäisen opiskelijan osaamiselle:

#### Tietokoneen peruskäyttö ja tietojen hallinta sekä tietokoneen käyttöönoton hallinta

- Opiskelija osaa tehdä työpaikkahakemuksen ja laatia harjoitustöihin tai laitteiden ja järjestelmien käytön opastukseen tarvittavia kirjallisia selvityksiä kuvineen ja taulukoineen.
- Osaa hyödyntää valmisohjelmia työsuorituksiensa raportointiin, sähkötarvikelistojen laatimiseen ja sähköpiirustusten täydentämiseen tai muuttamiseen.
- Osaa käyttää tietokonetta viestintävälineenä ja apuna tiedon hankinnassa.
- Osaa ottaa huomioon tietoturvaan liittyvät asiat käyttäessään tietoverkkoja.  
(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Sähkötekniikan ja elektroniikan perusosaaminen

- Opiskelija tuntee sähköiset perussuuret ja niihin liittyvät fysikaaliset perusteet (Ohmin laki ja Kirchhoffin laki).
- Osaa virtojen ja jännitteiden mittaukset vastusten sarja-, rinnan- ja sekakytkennöistä.
- Osaa perussuureisiin liittyvät laskutehtävät ja osaa rakentaa laskutehtävien mukaiset kytkennät ja osaa käsitellä suureita fysiikkaan liittyvinä ilmiöinä.
- Osaa perusmittauksia tehdessään käyttää oikein yleismittaria, pihtivirtamittaria ja jännitteenkoetinta.
- Osaa käyttää virran ja jännitteen mittaamiseen oskilloskooppia tasa- ja vaihtosähköpiireistä.
- Osaa mittaamalla todeta erilaisten komponenttien kuten vastuksen, kelan, kondensaattorin, diodin ja sähköparin vaikutuksen tasa- ja vaihtosähköpiirin toimintaan.
- Osaa esittää magnetismin osuuden sähkölaitteiden, kuten generaattorin, moottorin, releen ja muuntajan, toimintaan.
- Osaa laatia peruskytkentöihin liittyviä virtapiirikaavioita käyttäen standardien mukaista esitystapaa.
- Osaa määrittää jännitteen, virran ja vaihesiirtokulman mittaustuloksiin perustuen 1- ja 3-vaiheisten piirien ottaman sähkötehon.

- Tuntee elektroniikan analogisten ja digitaalisten peruskomponenttien ominaisuudet sekä niistä muodostuvat peruskytkennät. Osattavia analogisia peruskytkentöjä ovat puoli- ja kokoaaltotasasuuntaus, jänniteregulaattori ja transistorin käyttö kytkimenä. Digitaalisiin peruskomponentteihin liittyen tulee osata porttipiirien ja kiikkujen käyttö.
- Osaa peruskytkentöjen mekaanisen rakentamisen ja osaa liittää ja irrottaa juottamalla komponentteja piirilevyyn ja johtimia liittimiin ottaen huomioon ESD -suojaus (electro static discharge).
- Osaa mitata analogisiin ja digitaalisiin peruskytkentöihin liittyvien signaaleja normaaleilla mittalaitteilla sekä osaa arvioida saamia mittaustuloksia.
- Osaa selvittää valmiiden piirikaavioiden avulla kytkentöjen toimintaa.  
(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Käsityökalujen käyttö, sähköalan puu-, metalli- ja muovityöt

- Osaa valita työkalunsa käyttötarkoituksen mukaan ja käyttää niitä oikein.
- Osaa huoltaa käyttämänsä käsityökalut ja pitää ne käyttökunnossa.
- Osaa käyttää työkaluja vahingoittamatta niitä, käsiteltävää kohdetta, itseään tai muita.
- Osaa valita tarkoituksenmukaiset tarvikkeet ja työkalut kiinnittäessään laitteita erilaisille pinnoille.
- Osaa valmistaa puusta, metalleista tai muoveista yksinkertaisia suoja- ja kiinnitystarvikkeita.
- Osaa valita ja käyttää työssään tarkoituksenmukaisia raaka-aineita, työstää niitä ja noudattaa niiden käsittelyohjeita.
- Osaa liittää teräskappaleita toisiinsa hitsaamalla tai ruuviliitoksilla käyttäen oikein kone- ja levyruuveja sekä karaniittejä.
- Osaa liittää puukappaleita toisiinsa naula- ja ruuviliitoksilla tai liimaamalla.
- Osaa valita kiinnitystavan kiinnitettävän kalusteen ja kiinnityskohteen ominaisuuksien mukaan siten, että kiinnityksestä tulee luotettava.
- Osaa tulkita koneenpiirustuksia, kuten valmistus- ja kokoonpanopiirustukset
- Osaa piirtää käsin ja tietokoneella jotain suunnitteluohjelmistoa hyödyntäen yksinkertaisesta kappaleesta tarpeelliset kuvannot mitoituksineen ja mittakaavoineen.
- Osaa mitata ja mitoittaa sekä valita sopivimman mittaustyökalun kulloinkin tarvitsemaansa kohteeseen.  
(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Työturvallisuuden, sähkö- ja sähkötyöturvallisuuden hallinta

- Suorittaa hyväksytysti Suomen Pelastusalan keskusjärjestön perusteiden vaatimusten mukaisen tulityökurssin.

- Suorittaa hyväksytysti Työturvallisuus keskuksen perusteiden vaatimusten mukaisen työturvallisuuskurssin.
- Suorittaa hyväksytysti sähköalan ammattihenkilöille tarkoitetun Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002 vaatimusten mukaisen ensiapukoulutuksen.
- Suorittaa hyväksytysti SFS 6002 sähköturvallisuusstandardin määrittämän yleisen sähköturvallisuutta koskevan koulutuksen
- Opiskelija tuntee sähköturvallisuuteen liittyvien säädösten (Sähköturvallisuuslaki, sähköturvallisuusasetus, ministeriöiden päätökset ja asetukset), sähköturvallisuusviranomaisen (Tukes) ohjeet sekä sähköturvallisuusstandardin SFS 6002 vaatimukset
- Tuntee alan keskeiset tietolähteet ja osaa etsiä niistä työhön liittyviä vaatimuksia annettujen kohdetietojen avulla
- Osaa käyttää henkilökorttia YSE 98 mukaisesti (YSE 98 on laadittu elinkeinoharjoittajien välisiin urakkasopimuksiin, YSE = Rakennusurakoiden yleiset sopimus ehdot)
- Osaa käyttää asianmukaista työvaatetusta, josta ei aiheudu työssä vaaraa (eperusteet.opintopolku.fi)

#### Sähköasennusmateriaalien tunteminen ja käyttö

- osaa tehdä ryhmäjohtotason sähköasennustöitä, kuten perusvalaistuskytkennot ja osaa tehdä jännitteettömänä tehtävät käyttöönotto tarkastukset tekemiinsä asennuksiin sekä dokumentoida ne. Tehdessään asennuksia opiskelija osaa valita käyttötarkoitukseen sopivia kalusteita, kaapeleita, kiinnitystarvikkeita ja liittimiä
- osaa tarvikkeiden valintoja tehdessään toimia ympäristötietoisesti, materiaali- ja energiatehokkaasti
- osaa tarvikelista tehdessään hyödyntää tietolähteitä kuten SSTL:n sähkötarvikenumeroita ja nimikkeitä sekä käyttää näitä nimikkeitä keskustellessaan alan ammattihenkilön kanssa
- osaa sähköalan asennustöissä kiinnittää erilaisia komponentteja rakennusalan materiaaleihin (kuten puu, tiili, betoni ja rakennuslevyt)
- tuntee sähköalalla käytettävät johtotiet ja osaa asentaa niihin kaapelit ja sähkökalusteet.
- osaa valita sopivat sähköasennusmateriaalit erilaisiin tiloihin laitteissa olevien merkintöjen perusteella ottaen huomioon tilan sähkölaitteille asettamat vaatimukset esim. sähkölaitteiden kotelointiluokat
- osaa tehdä tarvittavat mittaukset ja aistinvaraiset tarkastukset esim. koteloinnin ja kaapeleiden kiinnitysten osalta sähkölaitteiden korjausten yhteydessä
- osaa tulkita ja piirtää sähköalan piirustuksia kuten asennuspiirustuksia ja keskuskuvien pääkaavioita
- osaa tulkita sähköalalla tarvittavia rakennusalan piirustuksia.
- osaa selvittää, mistä asennustyössä tarvittavat tarvikkeet voidaan hankkia (eperusteet.opintopolku.fi)



## Sähkö- ja automaatioasennukset

Sähkö- ja automaatioasennuksissa opetetaan syventäviä sekä perustavia tietoja varsinaiseen alaan (sähköasentajan perustutkinto) liittyen. Opetellaan asentajien yleisimmin käyttämiä kaapeleita ja komponentteja sekä niiden käyttötarkoituksia, erilaisia ohjauksia ja yleisiä asennuksia sekä sähköalaan liittyviä turvallisuuskäytäntöjä. Keskitytään sähkö- ja automaatiotekniikkaan kiinteistö ja teollisuuspuolella.

Alla on opetussuunnitelman vaatimukset yksittäisen opiskelijan osaamiselle:

### Sähköasennustekniset työt

#### Sähkö- ja automaatioasennusten työsuunnitelmien käyttö ja soveltaminen

- osaa käyttää asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeita ja ymmärtää niiden tärkeyden ja merkityksen asennustyön, asennusten ja laitteiden käytön ja elinkaaren kannalta.
- kerää dokumentit talteen ja luovuttaa ne asiakkaalle työn valmistuessa.
- osaa selvittää asennuskohteen dokumenteista tilaluokat, laitteiden kotelointiluokat ja asennuspaikat
- osaa huomioida mekaanisen ja sähköisen suojauksen vaatimukset asennuksia tehdessään
- osaa määritellä työssä tarvittavat telineet ja nostolaitteet työturvallisuuslain vaatimusten mukaan, sekä varata ja käyttää asennustyössä tarvittavat työ- ja suojeluvälineet.  
(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Putkitus-, johdotus- ja kalustustyöt

- osaa valita yleisimmät asennusjohtimet ja -kaapelit, sekä tietää niiden rakenteet, sallitut vetolujuudet, taivutussäteet sekä asennuslämpötilat.
- osaa asentaa sähkö- ja automaatiopiirustuksissa määritellyt kaapelireitit
- osaa asentaa ja kiinnittää kaapelit suunnitelmien mukaisesti kaapelireiteille.
- osaa ottaa huomioon asennustöitä tehdessään taloudellisuuden ja asiakaspalvelun sekä toimia kustannustehokkaasti.
- osaa asentaa maadoitus- ja potentiaalitasausjohdotukset kytkentöineen niitä koskevien suunnitelmien mukaisesti.
- osaa toteuttaa kaapeloinnit häiriösuojausvaatimusten mukaisesti
- osaa asentaa ja kytkeä sähkösuunnitelman mukaiset valaistuksen ohjaus- ja pistorasiakalusteet sekä asennuksiin liittyvät jako-, haaroitus- ja valaisinpistorasiat.
- tietää yleisimmät energiasyötön ohjauksiin ja valvontoihin käytettävät kaapelit sekä väyläkaapelit ja tietää kyseisten kaapelien rakenteet sekä osaa asentaa niitä.

- osaa suojata kaapelit huomioiden asennusympäristöstä aiheutuvat vaatimukset
- osaa tehdä kaapelien kuorinta-, päättämisen- ja kytkentätyöt sekä kaapelien merkintätyöt.
- osaa käyttää asennuksissa käytettäviä työ- ja erikoistyökaluja oikein ja turvallisesti (eperusteet.opintopolku.fi)

#### Jakokeskusasennukset

- osaa asentaa sähkökeskukset erityyppisille asennusalustoille ja asennustiloihin, tehdä johdotukset keskuksiin kotelointiluokkaa heikentämättä ja mekaanisen suojauksen vaatimukset täyttäen ja kytkeä keskukseseen liittyvät johtimet, johdot ja kaapelit.
- osaa tehdä tarvittavia lisäyksiä ja muutoksia kalustukseen ohjeiden mukaisesti sekä keskusasennuksiin liittyvät merkinnät. (eperusteet.opintopolku.fi)

#### Teollisuuden kokoonpanotyöt

##### Komponentti- ja kaapeliasennukset

- tuntee eri tyyppisten kokoonpanoteollisuuksien komponentit
- osaa valita yleisimmät asennusjohtimet ja -kaapelit, sekä tietää niiden rakenteet, sallitut vetolujuudet, taivutussäteet sekä asennus- ja käyttölämpötilat.
- osaa asentaa kokoonpanopiirustusten, pää- ja piirikaavioiden sekä kytkentätaulukoiden avulla oikeat kalusteet, kaapelireitti-, putkitus- ja kaapelimateriaalit ja muut kokoonpanoon liittyvät tarvikkeet.
- osaa asentaa ja kiinnittää johtimet ja kaapelit kaapelireitteihin suunnitelmien mukaan.
- osaa ottaa huomioon asennustöitä tehdessään taloudellisuuden ja asiakaspalvelun sekä toimia kustannustietoisesti.
- osaa mitoittaa, kuoria ja asentaa keskus ym. kokoonpanoon liittyvät johtimet (eperusteet.opintopolku.fi)

##### Sähkömoottori- releohjaus ja logiikkaohjausasennukset

- osaa laatia pää- ja ohjausvirtakaavion 1-nopeus-, 2-nopeus-, suunnanvaihto-, Y/D-, pehmo- ja taajuusmuuttajakäyttöiseen moottorilähtöön
- osaa asentaa valmiiden kuvien avulla 1-nopeus-, 2-nopeus-, suunnanvaihto-, Y/D-, pehmo- ja taajuusmuuttajakäyttöisen moottorin
- osaa käyttää ohjelmoitavaa logiikkaa ja sen ohjelmointiympäristöä 1-nopeus-, 2-nopeus-, suunnanvaihto-, Y/D-, pehmo- ja taajuusmuuttajakäyttöisen moottorin toimintaparametrien asettamiseen

- osaa käyttää ja kytkeä raja- ja lähestymiskytkimiä em. kytkentöjä tehdessään
- tuntee oikosulkumoottorin toimintaperiaatteen, rakenteen ja kytkennät
- tuntee moottorien mekaanisen asennuksen ja huollon.
- tietää moottorikäyttöjen tarvitseman ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksen periaatteet ja osaa varmistaa suojalaitteiden sopivuuden ja säätää suojalaitteet oikein moottorin kilpiarvon ja kirjallisen apumateriaalin tietojen avulla  
(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Hydrauliikka- ja pneumatiikka-asennukset

- tietää paineilman tuottamisen ja siirtämisen periaatteet ja ympäristövaikutukset.
- osaa peruskomponenttien, kuten ohjausventtiilin ja sylinterin rakenteet ja toimintaperiaatteet sekä niiden asennus-, säätö- ja ohjaustavat.
- osaa lukea hydrauliikka- ja pneumatiikkakaavioita
- osaa tehdä hydrauliikka- ja pneumatiikkajärjestelmien asennus-, käyntiinajo-, huolto- ja korjaustehtäviä.
- osaa selvittää järjestelmän toimintatavan kaavioiden avulla.
- osaa kaavioista selvittää työliikeradat, säätöjen vaikutukset ja etsiä toimintahäiriöiden syitä vikatilanteissa ja tehdä tarvittavia korjaustoimenpiteitä
- osaa tehdä venttiileihin liittyviä yksinkertaisia ohjauksia ja säätöjä, kuten toimisuunnan muutoksen.  
(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Sähköturvallisuusvaatimuksiin ja laatujärjestelmiin liittyvien julkaisujen käyttö ja soveltaminen

- osaa etsiä säädöksistä (lait, asetukset, ministeriöiden määräykset ja päätökset sekä standardit) alaa koskevia tietoja.
- osaa tulkita ja piirtää asennuspiirustuksia sekä pää- ja piirikaavioita
- osaa tulkita kokoonpanopiirustuksia sekä keskusten kojeluetteloita sekä lisätä niihin työn aikana syntyneet mahdolliset muutokset
- osaa käyttää myös voimassaolevien määräysten ja standardien (esim. SFS 6000) ja sähköturvallisuustutkiminto 2:een liittyviä julkaisuja tarvitsemansa tiedon hankkimiseen.
- tuntee laatujärjestelmien tarkoituksen ja periaatteen.
- osaa toimia sähköturvallisuustoimintaohjeen mukaisesti kuten esim. sähköalan ammatilliseen koulutukseen Henkilö- ja Yritysarviointi SETI Oy:n julkaiseman sähköturvallisuustoimintaohjeen mukaisesti
- osaa tarvikkeiden valintoja tehdessään toimia ympäristötietoisesti, materiaali- ja energiatehokkaasti  
(eperusteet.opintopolku.fi)

## Asennusten varmentaminen ja käyttöönottotarkastaminen

- tietää sähköasennusten yhteydessä tehtävän oman työn varmentamisen tärkeyden ja merkityksen koko asennustyön aikana ennen asennustöiden tilaajalle luovuttamista
- osaa tehdä SFS 6000 standardin mukaisen käyttöönottotarkastuksen
- osaa täyttää kohdetta varten laaditut käyttöönottotarkastuspöytäkirjat ja lisätä asennuspiirustuksiin tarkastuksien tai työn tekemisen aikana ilmenneet muutokset.
- osaa antaa valmistuneen sähköasennustyön käytön opastuksen (eperusteet.opintopolku.fi)

## Sähkökäyttöisten pienkoneiden korjaaminen

- osaa huoltaa ja korjata yleisimpiä sähkötyökaluja ja sähkökäyttöisiä kulutuskojeita, kuten pistorasiallitännäiset käsityökalut, sähkölämmittimet, kiukaat ja liedet
- osaa hyödyntää laitekorjauksen avuksi laadittuja oppaita ja muuta materiaalia (eperusteet.opintopolku.fi)

## Sähkö- ja energiatekniikka

### Sähkön tuotanto ja siirto

- tietää, kuinka sähkön tuotannon on toteutettu Suomessa ja mitä eri voimalaitostyypppejä siinä käytetään
- tietää valtakunnallisen sähköjakelun periaatteen ja eri siirto- ja jakelujännitteet
- tietää sähkön siirto- ja jakeluverkoissa käytettävät pääkomponentit
- osaa selvittää sähkön siirron voimalaitokselta kuluttajalle
- Sähköpiirustusten, sähköselityksen, asennus- ja käyttöohjeiden hallinta ja käyttö
- tuntee eri rakennusten sähköasennuksissa käytettävät yleisimmät sähköpiirrosmerkit
- osaa lukea sähköpiirustuksia siten, että kyseisen työn tekeminen mahdollistuu itsenäisesti tai pienellä opastuksella
- osaa lukea ja soveltaa sähköselostusta
- osaa lukea järjestelmäkohtaisia ohjeita ja toimia niiden mukaan
- osaa tulkita asemapiirroksia, järjestelmäkaavioita, laiteluetteloita ja sähköselostuksia sekä tehdä niihin työn aikana syntyneet mahdolliset muutokset
- osaa laatia pienimuotoisesta kohteesta työsuunnitelman, jonka perusteella työ voidaan toteuttaa.
- osaa tehdä sähköpiirustuksiin muutosmerkinnät oikeilla piirrosmerkeillä
- osaa lukea asennusohjeita ja niiden perusteella asentaa sekä kytkeä eri järjestelmien sähkölaitteita verkkoon

- osaa antaa käytön opastuksen asiakkaalle käyttöohjeita apuna käyttäen (eperusteet.opintopolku.fi)

#### Valaistustekniikan osaaminen ja valaistusasennukset

- tuntee valaistustekniikan perusteista valaistusvoimakkuuden
- tuntee yleisimmät valonlähteet, niiden värilämpötilat, värisävyt ja liitäntälaitteet
- tuntee erilaiset valaisinrakenteet ja osaa valita kuhunkin rakenteeseen sopivan valonlähteen
- tiedostaa energian säästön merkityksen valaistuksen suunnittelussa ja asennuksissa
- osaa asentaa erilaiset pinta- ja uppovalaisimet valaisinvalmistajan ohjeiden avulla oikein huomioiden valaisimen asennusasennon ja kotelointiluokan tilaluokituksen vaatimusten mukaan
- osaa ottaa huomioon valaisimien huollolle asetettavat vaatimukset
- osaa asentaa valaistuksen ohjaukseen tarkoitetut komponentit kuten esim. kytkimet, painikkeet (eperusteet.opintopolku.fi)

#### Sähkölämmitysasetukset

- tuntee eri sähkölämmitysmuotojen toimintaperiaatteet ja sähkölämmitys asennuksia koskevat kohdat asennusstandardista
- osaa tunnistaa sähkölämmityksen aiheuttaman mahdollisen palovaaran ja sen perusteella osaa arvioida lämmittimen soveltuvuuden ko. paikkaan
- osaa asentaa valmistajien asennusohjeiden mukaan esim. patterilämmityksen, lattialämmityksen, kattolämmityksen, saattolämmityksen, sulanapitolämmityksen, sähkökattilan ja sähkövastuksilla lämmitettävän vesivaraajan
- osaa mitoittaa sähkölämmityksen tehontarpeen pienehköön tilaan ja valita siihen sopivan lämmitysratkaisun
- osaa asentaa eri lämmitysmuodoille tarkoitetut lämmönsäätöjärjestelmät
- ymmärtää lämpötilan pudotuksen vaikutuksen energian säästössä. (eperusteet.opintopolku.fi)

#### Laiteasennukset

- osaa lukea sähkölaitteen arvokilvestä tai asennusohjeesta olennaiset tiedot ja päätellä sen perusteella laitteen soveltuvuuden asennettavaan paikkaan
- osaa määritellä laitteen tehon perusteella pienitehoisten laitteiden ryhmäjohdot ja suojalaitteet.
- osaa asentaa laitteille vaadittavat turvalaitteet kuten esim. turvakytkimen, hätäpysäyttimen tms.
- osaa tehdä laiteasennuksille tyypilliset johtotiet ja asentaa johdot esteettisesti sopivalla tavalla.
- tuntee eri kotelointiluokat ja osaa käyttää sopivia tiivisteitä kaapeleiden läpivienneissä.

(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Jakokeskusasennukset ja mittarointi

- tuntee ja osaa ottaa huomioon asennustyössään voimassaolevan jakokeskusstandardin vaatimukset jakokeskuksien rakenteesta, sijoituksesta ja johtojen liittämisestä jakokeskuksiin
- tuntee eri jakokeskusrakenteet kuten kehikko-, kotelo- ja kennokeskukset
- osaa tehdä johtojen ja kaapeleiden läpiviennit kotelointiluokkaa heikentämättä
- osaa tehdä tarvittavat lisärei'itykset lisättäville komponenteille keskuksen kanteen, asennuslevyihin tms. oikeita työkaluja käyttäen
- osaa lisätä keskuksen sisälle tarvittavat komponentit valmistajien asennusohjeita noudattaen
- osaa tehdä keskusten sisäisen johdotuksen siististi oikeita johtoreittejä käyttäen
- osaa kytkeä johdot ja kaapelit keskukseen oikeita työvälineitä ja –menetelmiä käyttäen
- osaa asentaa omakotitalo-, pari- ja rivitalon sähkölämmityksen ohjaukseen tarkoitetut kaapelit ja kytkeä ne keskukseen
- osaa asentaa suoran ja epäsuoran mittauskytkennän keskukseen
- tuntee virtamuuntajien muuntosuhteet ja tarkkuusluokat
- osaa tehdä keskusten komponenttien merkinnät asennuksia vastaaviksi ja tehdä tarvittavat korjaukset piirustuksiin.

(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Työmaatoiminnot ja yleiset sopimusehdot

- tietää sähköurakointiin liittyvän työ- ja sähkötyöturvallisuusorganisaation työmaalla
- tietää sähköasentajan, kärkimiehen ja projektinhoitajan tehtävät sähköistysprojektissa
- tietää työmaalla toimivat muut urakoitsijat kuten pääurakoitsijan, eri alaurakoitsijat kuten esim. LVI-urakoitsijan
- tuntee oman asemansa työpaikalla ja osaa kysyä tarvittaessa neuvoa saamansa ohjeistuksen mukaan
- osaa sosiaalisessa toiminnassaan ottaa huomioon muiden urakoitsijoiden vaatimukset ja tarpeet
- osaa käyttäytyä asiallisesti ja sovittelevasti hoitaessaan asioita muiden urakoitsijoiden edustajien kanssa
- tietää työmaan puhtaanapidon merkityksen työturvallisuudessa ja osaa toimia pääurakoitsijan vaatimusten mukaan
- tietää yleisten sopimusehtojen YSE 98 sisällöt soveltuvin osin ja osaa toimia niissä esitettyjen vaatimusten mukaan

(eperusteet.opintopolku.fi)

## Vianetsintä ja kunnossapito

- tunnistaa viallisen sähkölaitteen tai –asennuksen osan ja osaa ilmoittaa siitä käytössä olevan ilmoituskäytännön mukaisesti
- osaa informoida asiakasta viallisesta sähkölaitteesta tai –asennuksesta ja esittää siitä korjaustoimenpide-ehdotuksen
- osaa hahmottaa vian luonteen ja osaa sen perusteella valita vianetsintämenetelmän
- osaa soveltaa sähkötekniikan perusteissa opittuja asioita ja ajatella loogisesti vianetsinnän yhteydessä
- osaa käyttää vianetsinnässä oikeita mittalaitteita ja mitata niillä turvallisesti mittalaitteen käyttöohjeen mukaisesti
- osaa tulkita mittaustuloksia ja päätellä niiden perusteella sähkölaitteen tai –asennuksen kunnan
- osaa erottaa sähkölaitteen tai –asennuksen osan luotettavasti sähköverkosta korjausta tai huoltoa varten ja osaa ilmoittaa siitä asianomaisille tahoille
- tuntee kunnossapitotöiden turvallisuusvaatimukset
- tuntee sähköisen talotekniikan ylläpito-ohjeet ja osaa tulkita niistä sähkölaitteille asetetut huoltovälit
- osaa huoltaa sähkölaitteen oikeita työmenetelmiä, työkaluja, tarvikkeita ja aineita käyttäen (eperusteet.opintopolku.fi)

## Järjestelmien koestus- ja testaustyöt, työn luovutus ja käytön opastus

- tietää asentamansa sähkölaitteiston käyttöönottoon liittyvät työt ja tietää käyttöönoton merkityksen toimivan lopputuloksen aikaansaamiseksi
- osaa testata eri järjestelmien toimivuuden
- osaa selvittää asentamansa sähkölaitteiston käytön ja osaa antaa käytönopastuksen asiakkaalle (eperusteet.opintopolku.fi)

## Kiinteistöjen sähköasennustyöt

- osaa asentaa sähköasennuksissa käytettävät tyypilliset johtotiet kuten kaapelihyllyt, valaisinripustuskiskot, johtokanavat, johtokourut ja sähkölistat
- osaa toteuttaa johdotukset ja kaapelointiasennukset emc-suojauksen vaatimalla tavalla ja tietää johdotuksissa ja kaapeloinneissa esiintyvän emc- suojauksen merkityksen
- tuntee eri johtoteille tyypilliset ratkaisut emc-suojauksen toteuttamiseksi ja osaa toteuttaa asennukset niiden mukaisesti
- tuntee yleisesti käytössä olevat erilaiset putki- ja johtotyytit.

- osaa ottaa huomioon eri materiaalien vaikutukset putkien ja johtojen asennettavuuteen ja osaa asentaa ne valmistajan antamien ohjeiden mukaan eri asennuspaikkoihin kuten pinta-, uppo- ja maa- ja vesistöasennuksiin
- osaa siistin ja taloudellisen asennustavan ottaen huomioon eri asennustapojen asettamat vaatimukset
- osaa valita ja käyttää kuhunkin asennuspaikkaan sopivia kiinnitystarvikkeita
- osaa ottaa huomioon eri sähkölaitteiden kotelointiluokkavaatimukset, osaa käyttää oikeita laippoja ja tiivisteitä johtojen ja putkien läpivienneissä ja osaa oikeat työmenetelmät läpivientejä suorittaessaan kotelointiluokkaa heikentämättä
- osaa käyttää johtimien liitoksissa oikeita asennusmenetelmiä ja liitostarvikkeita
- osaa ottaa huomioon erilaisten liitostekniikoiden asettamat vaatimukset liitosten kireydelle ja osaa kiristää liitokset tarvikevalmistajan antamien ohjeiden mukaan
- ymmärtää liitosten kireyden merkityksen henkilöturvallisuudelle, paloturvallisuudelle ja häiriöttömälle käytölle
- osaa asentaa erilaiset himmentimet, lähestymiskytkimen ja porrasvaloautomaatin pinta- ja uppoasennuksissa eri asennusympäristöissä
- osaa tehdä teletekniset (esim. tieto- ja antenniverkkoihin ja palo- ja turvallisuusjärjestelmiin liittyvät) asennukset ja kaapeloinnit
- tuntee tavallisimpien hyvinvointiteknologiaan kuuluvien laitteiden toimintaperiaatteita niin, että osaa tehdä asennukset ja kaapeloinnit käyttötarkoituksen mukaisesti oikeisiin paikkoihin; esimerkiksi asentaa kuulovammaisten apuvälineen induktiosilmukan kuuluvuuden kannalta oikeaan paikkaan
- tietää nykyaikaisten valaistuksen ohjausjärjestelmien toimintaperiaatteet
- tuntee siirrettävien, kiinteiden ja kiinteästi asennettavien laitteiden asennustapojen vaatimukset
- osaa mitata moottorikäyttöjen yhteydessä vaihevirratt ja sähköverkon kiertosuunnan, säätää suojalaitteet kuten lämpöreleen moottorin kuormitusvirran mukaan ja tarkastaa suojalaitteiden sopivuuden toisiinsa
- osaa taltioda sähkölaitteiden asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet tehtävän asennustyön aikana ja luovuttaa ohjeet asiakkaalle työn päättyessä

(eperusteet.opintopolku.fi)

#### Pienjänniteverkostoasennustyöt (<1kV)

- tuntee pienjänniteilmajohtoverkon rakenteet ja hallitsee suojavälineiden käytön
- tuntee pylväsluokat ja pylväässä olevat merkinnät (esim varoitusnauhat, johtolähdöt, jakoraja, takasyöttö, yhteiskäyttö)
- tietää työskentelyn kreosootti pylväissä suojauksineen, ja pylväiden käsittelyn
- tietää pylvään pystyttämisen eri maaperään ja tietää siinä käytettävät komponentit
- tietää miten kalliopylväs pystytetään ja tietää siinä käytettävät komponentit



- osaa asentaa harusvaijerin ja haruslimpun
- osaa asentaa linja- ja päätemaadoituksen pylvälle
- osaa asentaa pylvääseen erilaiset koukut ja kannattimet
- tietää johdon pylvääseen vetämiseen liittyvät asiat kuten vetorullat, vetonarun ja johdonvetokoneen
- osaa kiristää AMKA- johtimen ja asentaa johdon ripustimelle tai koukulle
- osaa päättää eri poikkipintaiset AMKA- johtimet päätepitimillä
- osaa tehdä jatkoksen ja haaroituksen AMKA- johtoon
- osaa johtomerkinnot ja asentaa yhteiskäyttönauhan
- osaa asentaa katu- tai pihavalaisimen pylvääseen
- osaa asentaa rakennuksen liittymisjohdon pylvääseen ja kytkeä sen ilmajohtoon
- tietää maakaapeliojalle asetetut vaatimukset ja osaa asentaa tai valvoa maakaapelin asentamisen ojaan
- tuntee eri 0,4 kV maakaapelityypit
- tietää oja-asennuksessa käytettävät putkirakenteet ja osaa vetää maakaapelin putkeen
- osaa merkitä maakaapeliojan varoitusnauhalla ja tietää maakaapeliojan täyttöön soveltuvan maan aineksen ja osaa valvoa kaapeliojan täytön
- hallitsee maadoituselektrodin asentamisen kaapeliojaan
- tuntee kaapelisuojat (kourut yms)
- tuntee maakaapelin auraukseen liittyviä määräyksiä
- osaa tehdä pienjännitemaakaapelin päätteen ja jatkoksen valmistajan ohjeiden mukaan
- osaa mittauksin todeta maakaapelin kuntoisuuden
- osaa lukea asemapiirustusta tai maakaapelikarttaa ja tehdä tarvittavat muutokset siihen sekä merkitä maakaapeleiden asennusreitit standardin vaatimusten mukaisesti
- osaa tehdä tarvittavat kaapelimerkinnot
- osaa tehdä käyttöönottotarkastuksen alle 1000 V:n ilmajohto- ja maakaapeliverkkoon (eperusteet.opintopolku.fi)

Kaikkia yllämainittuja keskeisiä sisältöjä koskeva

- osaa tarvikkeiden valintoja tehdessään toimia ympäristötietoisesti, materiaali- ja energiatehokkaasti (eperusteet.opintopolku.fi)

## 9 LIITE 2: RYHMÄKESKUKSEN KUVAT

D muutos	E muutos	F muutos	<p>SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :</p> <p>1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS . 400 V 35 A 50 Hz</p> <p>2. TERMINEN OIKOSULKUESTOISUUS . . . . . kA</p> <p>3. TASATTU- / ASENNETTU TEHO / COSFI . . . . . kW . . . . . kW . . . . . cosfi</p> <p>4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> ON JÄNNITE ____ V VIRTA ____ A</p> <p>5. AC-KISKOT TAI JOHTIMET . . . . . <input type="checkbox"/> L1,N <input type="checkbox"/> L1,N,PE <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE</p>													
			<p>RAKENNETIEDOT :</p> <p>1. KESKUSLAJI . . . . . <input type="checkbox"/> KENNO <input checked="" type="checkbox"/> KOTELO <input checked="" type="checkbox"/> KEHIKKO</p> <p>2. ASENNUSTAPA . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> UPPO KOTEL. LUOKKA IP 20</p> <p>3. KIINNITYS . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> LATTIA <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ</p> <p>4. OVILAITE . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> LUKKO <input type="checkbox"/> SALPA</p> <p>5. LATT,SEIS,KESK, POHJALEVYT . . . . . <input type="checkbox"/> AVOIN <input type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ</p> <p>6. MAALAUUS . . . . . <input type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKOIS</p> <p>7. MITAT . . . . . KORKEUS : ____ LEV. : ____ SYV. : ____</p>													
			<p>KALUSTUSTIEDOT :</p> <p>1. KALUSTUSTYYPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> KIINTEÄ <input type="checkbox"/> ULOSV. <input type="checkbox"/> ULOSOT.</p> <p>2. KALUSTUSTAPA . . . . . <input type="checkbox"/> YKSIKKÖ <input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY</p> <p>3. MERKKILAMPUT . . . . . <input type="checkbox"/> HEHKU <input type="checkbox"/> HOHTO <input checked="" type="checkbox"/> LEDI</p> <p>4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA . . . . . <input type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA</p>													
			<p>KAAPELOINTI :</p> <p>1. SYÖTTÖKAAPELI . . . . . <input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA</p> <p>2. PÄÄKAAPELIT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJEISIIN <input checked="" type="checkbox"/> RIVIL.</p> <p>3. OHJAUSKAAPELIT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJEISIIN <input checked="" type="checkbox"/> RIVIL.</p>													
			<p>TUNNUSMERKINNÄT :</p> <p>1. TUNNUSKILVET . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VALM.NORM. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE</p> <p>2. KOJEMERKINNÄT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> JUOKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKOHT. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE</p>													
			<p>MUUT TIEDOT : _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>													
A muutos	B muutos	C muutos	<p>Opinnöytetyö Savon ammattiopisto Savilohti Sähköalan oppimisympäristö</p>													
			<p>Sähkö- ja automaatioala Harjoitussali XXX Ryhmäkeskus RK X</p>													
			<table border="1"> <tr> <td>Suunn. TMH /2.11.2019</td> <td>Kokonaisuus</td> <td>Sähköpositio</td> <td>Työnumero</td> </tr> <tr> <td>Piirt.</td> <td>Lehti 1/3</td> <td>Piirustusnumero</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tark.</td> <td></td> <td>SÄH</td> <td></td> </tr> </table>		Suunn. TMH /2.11.2019	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero	Piirt.	Lehti 1/3	Piirustusnumero		Tark.		SÄH	
Suunn. TMH /2.11.2019	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero													
Piirt.	Lehti 1/3	Piirustusnumero														
Tark.		SÄH														

A muutos			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
B muutos			KESKUS									RYHMÄ	OSOITE			A/A	JOHDOTUS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
C muutos			